

UNIVERZA V LJUBLJANI  
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA  
ODDELEK ZA ZOOTEHNIKO

Gregor GORJANC

**IZBOR KLAVNIH LASTNOSTI  
ZA NAPOVEDOVANJE PLEMENSKIХ  
VREDNOSTI PRI PRAŠIČIH**

DIPLOMSKO DELO

Univerzitetni študij

Ljubljana, 2003

UNIVERZA V LJUBLJANI  
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA  
ODDELEK ZA ZOOTEHNIKO

Gregor GORJANC

**IZBOR KLAVNIH LASTNOSTI ZA NAPOVEDOVANJE  
PLEMENSKIH VREDNOSTI PRI PRAŠIČIH**

DIPLOMSKO DELO  
Univerzitetni študij

**CARCASS TRAITS FOR PREDICTION OF BREEDING  
VALUES IN PIGS**

GRADUATION THESIS  
University studies

Ljubljana, 2003

Diplomsko delo je zaključek univerzitetnega študija kmetijstvo - zootehnika. Na Katedri za etologijo, biometrijo in selekcijo ter praščerejo Oddelka za zootehniko Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani so bile opravljene analize podatkov, ki so bili zbrani v selekcijskem poskusu na praščerejski farmi Nemščak v Beltincih.

Študijska komisija Oddelka za zootehniko je za mentorja diplomskega dela imenovala prof. dr. Mileno Kovač.

Recenzent:      prof. dr. Jure POHAR  
                      Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik:      prof. dr. Franc HABE  
                      Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko

Član:                prof. dr. Milena KOVAČ  
                      Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko

Član:                prof. dr. Jure POHAR  
                      Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko

Datum zagovora: 23.12.2003

Delo je rezultat lastnega raziskovalnega dela.

Gregor Gorjanc

## KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

- ŠD Dn  
 DK UDK 636.4.082.2(043.2)=863  
 KG prašiči/klavne lastnosti/selekcija/genetski parametri/plemenska vrednost  
 KK AGRIS L10/5300  
 AV GORJANC, Gregor  
 SA KOVAČ, Milena (mentor)  
 KZ SI-1230 Domžale, Groblje 3  
 ZA Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko  
 LI 2003  
 IN IZBOR KLAVNIH LASTNOSTI ZA NAPOVEDOVANJE PLEMENSKIH VREDNOSTI  
 PRI PRAŠČIH  
 TD Diplomsko delo (univerzitetni študij)  
 OP XIII, 69 str., 25 tab., 9 sl., 2 pril., 147 vir.  
 IJ sl  
 JI sl/en  
 AI Z namenom vključitve klavnih lastnosti v seleksijski program za prašče v Sloveniji, smo ocenili komponente variance za: maso topnih polovic (MTP), meritvi S (S) in M (M), odstotek mesa (DM), maso mesa (MM), neto dnevni prirast (NDP), dnevni prirast mesa (DPM), maso šunke (ŠUN), maso kože s podkožno maščobo šunke (ŠUNF), maso mesa in kosti šunke (ŠUNM) ter odstotek teh dveh kosov v šunki (ŠUN%F in ŠUN%M) in klavnem trupu (%ŠUNF in %ŠUNM). V analizo smo zajeli 2158 pitancev (1040 kastratov in 1118 svinjk) z znanim porekлом. Pitanci so bili skupinsko vhlevljeni s krmljenjem po volji v proizvodnih razmerah na seleksijski farmi Nemščak. Meritve so bile zbrane na liniji klanja in z disekcijo dan po zakolu. Komponente variance smo ocenjevali po metodi omejene največje zanesljivosti (REML). Sistematski del modelov je vseboval vpliv spola, genotipa in sezone kot interakcijo leto-mesec. Zaradi različnih starosti ob zakolu (ST) in telesnih mas, je model vseboval tudi vpliv ST (model ST) in MTP (model MTP). Različna modela smo uporabili zaradi avtokorelacije med ST in MTP. Ocene komponent variance in korelacij med napovedmi za plemenske vrednosti z enolastnostnimi modeli so pokazale, da model MTP podcenjuje fenotipsko in genetsko varianco. Razlog je v avtokorelacji med MTP in analiziranimi lastnostmi, še posebej s ŠUN, ŠUNF, ŠUNM, S in M. Nadaljnje analize smo opravili z modelom S. Z enolastnostnimi analizami naključnega dela modela smo ugotovili, da vpliv sezone kot dan klanja vpliva na vse analizirane lastnosti razen DM. Vpliv skupnega okolja v gnezdu je bil pomemben za lastnosti povezane z rastjo: MTP, MM, NDP, DPM, ŠUN, ŠUNF in ŠUNM. Ker večlastnostna analiza vseh lastnosti hkrati ni bila možna, smo naredili vse mogče dvolastnostne analize. Delež variance se je gibal med 0,03 (S, M, MM in DPM) in 0,14 (%ŠUNF) za sezono kot dan klanja, ter 0,06 (ŠUNF) in 0,14 (MTP in NDP) za vpliv skupnega okolja v gnezdu. Ocenjene heritabilitete so bile srednje do visoke, od 0,22 (NDP) do 0,46 (DM). Na podlagi visokih ocen aditivne genetske variance, heritabilitet in ugodnih genetskih korelacijs predlagamo za vključitev v seleksijski program oceno odstotka mesa z linije klanja in maso šunke iz disekcije. Meritve bi zbirali s preizkusom (pol)sestrskih skupin v pogojih reje. Z vključitvijo teh lastnosti lahko pričakujemo ugodne spremembe pri mesnatosti kakor tudi masi večvrednih telesnih delov.

#### KEY WORDS DOCUMENTATION

DN Dn  
DC UDC 636.4.082.2(043.2)=863  
CX pigs/carcass traits/selection/genetic parameters/breeding value  
CC AGRIS L10/5300  
AU GORJANC, Gregor  
AA KOVAČ, Milena (supervisor)  
PP SI-1230 Domžale, Groblje 3  
PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Zootechnical Department  
PY 2003  
TI CARCASS TRAITS FOR PREDICTION OF BREEDING VALUES IN PIGS  
DT Graduation Thesis (University studies)  
NO XIII, 69 p., 25 tab., 9 fig., 2 ann., 147 ref.  
LA sl  
AL sl/en  
AB Covariance components for: carcass weight (MTP), loin fat thickness (S), loin depth (M), lean meat percentage (DM), lean meat weight (MM), neto daily gain (NDP), daily gain of lean meat (DPM), ham weight (ŠUN), weight of skin with subcutaneous fat of ham (ŠUNF), weight of meat and bones of ham (ŠUNM), and their percentage in ham (ŠUN%F and ŠUN%M) and carcass (%ŠUNF and %ŠUNM) were estimated with intention, to study the possibility of including these traits in the selection program for pigs in Slovenia. Data from 2158 pigs (1040 barrows and 1118 gilts) with known pedigree were analyzed. Pigs were group housed and fattened on *ad libitum* feeding regime in field environment of selection farm Nemščak. Measurements were collected on slaughter line and with dissection day after slaughter. Variance components were estimated by restricted maximum likelihood method (REML). Systematic part of models included sex, genotype and slaughter season as year-month interaction. Due to different weights and ages at slaughter (ST), ST (model ST) and MTP (model MTP) were included too. Two models were used because of autocorrelation between ST and MTP. Estimates of covariance components and correlations between predicted breeding values by univariate models showed that model MTP underestimates phenotypic and genetic variance, due to autocorrelation between MTP and analysed traits, especially with ŠUN, ŠUNF, ŠUNM, S and M. Model ST was used for further analyses. Univariate analyses revealed that season as slaughter day has effect on all traits, only on DM not. Common litter effect was important for traits related to growth: MTP, MM, NDP, DPM, ŠUN, ŠUNF in ŠUNM. All possible twotrait analyses were done, since multiple trait analysis wasn't feasible. Variance ratio ranged between 0,03 (S, M, MM and DPM) and 0,14 (%ŠUNF) for season as slaughter day, and between 0,06 (%ŠUNF) and 0,14 (MTP and NDP) for common litter environment. Heritability estimates ranged between 0,22 (NDP) and 0,46 (DM). On the basis of high estimates for additive genetic variances, heritabilities and favourable genetic correlations lean meat content from slughtter line and ham weight from dissection are proposed for inclusion in selection program. These two traits should be measured with means of (half-)sib test in field environment. Favourable changes in leanness and weight of valuable carcass cuts can be expected with inclusion of proposed traits.

## KAZALO VSEBINE

	str.
Ključna dokumentacijska informacija (KDI)	III
Key words documentation (KWD)	IV
Kazalo vsebine	V
Kazalo tabel	VIII
Kazalo slik	X
Kazalo prilog	XI
Okrajšave in simboli	XIII
<b>1 UVOD</b>	1
<b>2 PREGLED LITERATURE</b>	3
2.1 KLAVNE LASTNOSTI	3
2.2 PREIZKUS PRAŠIČEV	8
<b>2.2.1 Zgodovina preizkusov</b>	8
<b>2.2.2 Pregled trenutnega stanja selekcije na klavne lastnosti po državah</b>	9
<b>2.2.3 Razvoj preizkušnje prašičev v Sloveniji</b>	12
2.3 GENETSKI VPLIVI NA KLAVNE LASTNOSTI	13
<b>2.3.1 Ocene heritabilitet in aditivne genetske variance za klavne lastnosti</b>	14
<b>2.3.2 Ocene neaditivne genetske variance za klavne lastnosti</b>	19
<b>2.3.3 Markerji, geni z velikim učinkom in QTL</b>	19
2.4 METODE NAPOVEDOVANJA PLEMENSKIH VREDNOSTI IN OCENJEVANJA KOMPONENT VARIANCE	23
<b>3 MATERIAL IN METODE</b>	25
3.1 OPIS POSKUSA	25
3.2 MATERIAL	26
<b>3.2.1 Priprava podatkov</b>	26
<b>3.2.2 Lastnosti</b>	27
<b>3.2.3 Struktura podatkov</b>	28
<b>3.2.4 Poreklo</b>	30
3.3 METODE	31

<b>3.3.1</b>	<b>Sistematski vplivi</b>	31
<b>3.3.2</b>	<b>Naključni vplivi in ocenjevanje komponent variance z enolastnostnimi modeli</b>	32
<b>3.3.3</b>	<b>Ocenjevanje komponent variance z večlastnostnimi modeli</b>	33
<b>4</b>	<b>REZULTATI</b>	36
4.1	OPISNE STATISTIKE	36
4.2	SISTEMATSKI VPLIVI	37
<b>4.2.1</b>	<b>Starost in masa toplih polovic ob zakolu</b>	37
<b>4.2.2</b>	<b>Spol</b>	41
<b>4.2.3</b>	<b>Genotip</b>	42
<b>4.2.4</b>	<b>Sezona</b>	43
4.3	PRIMERJAVA MODELOV S STAROSTJO OB ZAKOLU ALI Z MASO TOPLIH POLOVIC	44
4.4	OCENE KOMPONENT VARIANCE Z ENOLASTNOSTNIMI MODELI	47
4.5	OCENE KOMPONENT VARIANCE Z VEČLASTNOSTNIMI MODELI	49
<b>4.5.1</b>	<b>Fenotipska varianca</b>	49
<b>4.5.2</b>	<b>Plemenska vrednost</b>	51
<b>4.5.3</b>	<b>Skupno okolje v gnezdu</b>	54
<b>4.5.4</b>	<b>Sezona kot dan klanja</b>	54
<b>5</b>	<b>RAZPRAVA IN SKLEPI</b>	56
5.1	RAZPRAVA	56
<b>5.1.1</b>	<b>Zasnova selekcijske sheme za preizkus klavnih lastnosti</b>	56
<b>5.1.2</b>	<b>Sistematski vplivi in izbor modelov</b>	57
<b>5.1.3</b>	<b>Ocene okoliških in genetskih parametrov</b>	60
5.1.3.1	Sezona	60
5.1.3.2	Skupno okolje v gnezdu	61
5.1.3.3	Plemenska vrednost	61
<b>5.1.4</b>	<b>Izbor klavnih lastnosti</b>	63
5.2	SKLEPI	65
<b>6</b>	<b>POVZETEK</b>	66
<b>7</b>	<b>VIRI</b>	70
	<b>ZAHVALA</b>	
	<b>PRILOGE</b>	

## KAZALO TABEL

	str.
Tabela 1: Ocene heritabilitet ( $h^2$ ) in aditivne genetske variance ( $\sigma_a^2$ ) za odstotek mesa (DM) v klavnih trupih praščev v literaturi	15
Tabela 2: Ocene heritabilitet ( $h^2$ ) in aditivne genetske variance ( $\sigma_a^2$ ) za maso toplih polovic, neto dnevni prirast in (dnevni) prirast mesa v literaturi	16
Tabela 3: Ocene heritabilitet ( $h^2$ ) in aditivne genetske variance ( $\sigma_a^2$ ) za maso, delež ali odstotek in sestavo skupine včvrednih telesnih delov v klavni polovici ter šunke v literaturi	17
Tabela 4: Ocene heritabilitet ( $h^2$ ) za maso, delež ali odstotek in sestavo ledij, hrbta in pleč v literaturi	18
Tabela 5: Splošne ocene ali povprečje in število ocen v oklepajih za heritabilitete nekaterih klavnih lastnosti v literaturi	18
Tabela 6: Sestava krmnih mešanic	25
Tabela 7: Število pitancev skupaj, po genotipih in spolih	28
Tabela 8: Število pitancev po merjascih in svinjah	28
Tabela 9: Struktura podatkov glede na skupno okolje v gnezdu	29
Tabela 10: Število pitancev glede na leto in mesec klanja	29
Tabela 11: Število pitancev in merjascev (v oklepajih) glede na genotip merjascev za gen RYR1 in genotip pitancev	30
Tabela 12: Število živali in struktura porekla	31
Tabela 13: Sistematski vplivi v modelih*	32
Tabela 14: Naključni vplivi v modelih za dvolastnostne analize*	34
Tabela 15: Opisne statistike (N=2158)	36
Tabela 16: Ocene regresijskih koeficientov za vpliv starosti ob zakolu ( $p<0,0001$ ) ali mase toplih polovic ( $p<0,0001$ ) in deleži pojasnjene variance po modelu s starostjo ob zakolu (ST) ali maso toplih polovic (MTP) in brez regresije za nekatere lastnosti	39
Tabela 17: Razlike med svinjkami in kastrati po modelu s starostjo (ST) ob zakolu ali maso toplih polovic (MTP) ali brez regresije za nekatere lastnosti	41
Tabela 18: Ocene srednjih vrednosti s standardnimi napakami po genotipih pri modelu s starostjo ob zakolu (ST) ali maso toplih polovic (MTP) in brez regresije (B) za nekatere lastnosti	43

---

Tabela 19: Ocene komponent variance in korelacije med plemenskimi vrednostmi po modelu s starostjo ob zakolu (ST), maso topnih polovic (MTP) in brez regresije za nekatere lastnosti	45
Tabela 20: Napovedi plemenskih vrednosti za maso šunke za dve skupini polbratov po modelu s starostjo ob zakolu (ST) ali maso topnih polovic (MTP)	46
Tabela 21: Ocene komponent variance in njenih deležev v fenotipski varianci iz eno-lastnostnih modelov	48
Tabela 22: Ocene fenotipske variance (zgoraj) z razponom* ocen (v oklepajih pod oceno) in fenotipske korelacie (spodaj) iz dvolastnostnih modelov	50
Tabela 23: Ocene aditivne genetske variance (zgoraj), heritabilitet (na diagonali) in genetskih korelacijs (nad diagonalo) z razponom* ocen (v oklepajih pod oceno) iz dvolastnostnih modelov	53
Tabela 24: Ocene variance skupnega okolja v gnezdu (zgoraj), deleža v fenotipski varianci (na diagonali) in korelacij (nad diagonalo) z razponom* ocen (v oklepajih pod oceno) iz dvolastnostnih modelov	54
Tabela 25: Ocene variance sezone kot dan klanja (zgoraj), deleža v fenotipski variance (na diagonali) in korelacij (nad diagonalo) z razponom* ocen (v oklepajih pod oceno) iz dvolastnostnih modelov	55

## KAZALO SLIK

	str.
Slika 1: Porazdelitev debeline hrbtne slanine pri 100 kg merjeno z ultrazvokom po letih na selekcijskih farmah	5
Slika 2: Pristranost pri ocenjevanju mesnatosti na liniji klanja (Kovăč in sod., 1995b)	7
Slika 3: Shema napovedi plemenskih vrednosti za klavne lastnosti merjascev na testni postaji na podlagi rezultatov sestrskih in polsestrskih skupin iz preizkusa v pogojih reje	13
Slika 4: Markerji in lokusi za klavne lastnosti pri praščih (Bidanel in Rothschild, 2002)	22
Slika 5: Delni razsek klavne polovice (šunka je predstavljena s poševnimi črtami)	26
Slika 6: Povprečna starost ob zakolu in masa toplih polovic po datumih klanja	37
Slika 7: Vpliv starosti ob zakolu na maso toplih polovic	38
Slika 8: Vpliv starosti ob zakolu (levo) in mase toplih polovic (desno) na maso šunke (zgoraj) in odstotek kože s podkožno mačobo v šunki (spodaj)	40
Slika 9: Vpliv sezone klanja kot leto-mesec ali dan na maso toplih polovic	44

## KAZALO PRILOG

- Priloga A1: Opisne statistike po spolu
- Priloga A2: Opisne statistike po genotipih
- Priloga B1: Srednje vrednosti (na diagonali) in razlike (nad diagonalo) s pripadajočimi p-vrednostmi (pod diagonalo) med genotipi za maso toplih polovic po modelu
- Priloga B2: Srednje vrednosti (na diagonali) in razlike (nad diagonalo) s pripadajočimi p-vrednostmi (pod diagonalo) med genotipi za meritev S po modelu s starostjo ob zakolu ali maso toplih polovic
- Priloga B3: Srednje vrednosti (na diagonali) in razlike (nad diagonalo) s pripadajočimi p-vrednostmi (pod diagonalo) med genotipi za meritev M po modelu s starostjo ob zakolu ali maso toplih polovic
- Priloga B4: Srednje vrednosti (na diagonali) in razlike (nad diagonalo) s pripadajočimi p-vrednostmi (pod diagonalo) med genotipi za odstotek mesa po modelu s starostjo ob zakolu ali brez regresije
- Priloga B5: Srednje vrednosti (na diagonali) in razlike (nad diagonalo) s pripadajočimi p-vrednostmi (pod diagonalo) med genotipi za maso mesa po modelu s starostjo ob zakolu ali brez regresije
- Priloga B6: Srednje vrednosti (na diagonali) in razlike (nad diagonalo) s pripadajočimi p-vrednostmi (pod diagonalo) med genotipi za neto dnevni prirast in dnevni prirast mesa po modelu
- Priloga B7: Srednje vrednosti (na diagonali) in razlike (nad diagonalo) s pripadajočimi p-vrednostmi (pod diagonalo) med genotipi za maso šunke po modelu s starostjo ob zakolu ali maso toplih polovic
- Priloga B8: Srednje vrednosti (na diagonali) in razlike (nad diagonalo) s pripadajočimi p-vrednostmi (pod diagonalo) med genotipi za maso kože in podkožne maščobe šunke po modelu s starostjo ob zakolu ali maso toplih polovic
- Priloga B9: Srednje vrednosti (na diagonali) in razlike (nad diagonalo) s pripadajočimi p-vrednostmi (pod diagonalo) med genotipi za maso mesa in kosti šunke po modelu s starostjo ob zakolu ali maso toplih polovic
- Priloga B10: Srednje vrednosti (na diagonali) in razlike (nad diagonalo) s pripadajočimi p-vrednostmi (pod diagonalo) med genotipi za odstotek šunke v toplici po modelu s starostjo ob zakolu ali maso toplih polovic

- Priloga B11: Srednje vrednosti (na diagonali) in razlike (nad diagonalo) s pripadajočimi p-vrednostmi (pod diagonalo) med genotipi za odstotek kože in podkožne maščobe šunke v topli polovici po modelu s starostjo ob zakolu ali maso toplih polovic
- Priloga B12: Srednje vrednosti (na diagonali) in razlike (nad diagonalo) s pripadajočimi p-vrednostmi (pod diagonalo) med genotipi za odstotek mesa in kosti šunke v topli polovici po modelu s starostjo ob zakolu ali maso toplih polovic
- Priloga B13: Srednje vrednosti (na diagonali) in razlike (nad diagonalo) s pripadajočimi p-vrednostmi (pod diagonalo) med genotipi za odstotek kože in podkožne maščobe v šunki po modelu s starostjo ob zakolu ali maso toplih polovic
- Priloga B14: Srednje vrednosti (na diagonali) in razlike (nad diagonalo) s pripadajočimi p-vrednostmi (pod diagonalo) med genotipi za odstotek mesa in kosti v šunki po modelu s starostjo ob zakolu ali maso toplih polovic

## OKRAJŠAVE IN SIMBOLI

PV	plemenska vrednost
DHS	debelina hrbtne slanine merjena z ultrazvokom pri približno 100 kg
MTP	masa topnih polovic
S	meritev S; najtanjsa debelina podkožnega maščobnega tkiva s kožo na klavni polovici nad srednjo zadnjično mišico, <i>m. gluteus medius</i>
M	meritev M; najkrajša razdalja med prednjim, kranialnim, koncem srednje zadnjične mišice, <i>m. gluteus medius</i> , in zgornjim, dorzalnim, robom hrabenčnegata kanala
DM	ocenjeni odstotek mesa z linije klanja
MM	masa mesa
NDP	dnevni prirast mase topnih polovic oz. neto dnevni prirast
DPM	dnevni prirast mesa
ŠUN	masa zadnje noge
ŠUNF	masa kože s podkožno maščobo šunke
ŠUNM	masa mesa in kosti šunke
%ŠUN	odstotek šunke v topli polovici
%ŠUNF	odstotek kože s podkožno maščobo šunke v topli polovici
%ŠUNM	odstotek mesa in kosti šunke v topli polovici
ŠUN%F	odstotek kože s podkožno maščobo v šunki
ŠUN%M	odstotek mesa in kosti v šunki

## 1 UVOD

Domače živali redimo zaradi prieje mesa, mleka, jajc, volne, krvna in še kaj. Nekatere vrste domačih živali redimo zaradi več proizvodov hkrati ali pa v različnih usmeritvah. Reja praščev je v tem pogledu edinstvena, saj jih redimo predvsem zaradi mesa. Učinkovitost prieje svinjskega mesa je pogojena z velikim številom pujskov, ki nam jih daje uspešna reprodukcija, hitro rastjo, dobro učinkovitostjo izkoriščanja krme in čimmanjšim nalaganjem maščob oziroma čimvečjim nalaganjem mišičnine. Seveda morajo biti prašči zdravi, priejeno meso pa kvalitetno. Cilj praščerejskih selekcijskih programov je tako povečevanje učinkovitosti prieje svinjskega mesa. Ob reprodukcijskimi in pitovnimi so klavne lastnosti eden glavnih selekcijskih ciljev. Selekcijo pa lahko zanemo izvajati šele, ko poznamo ekonomski pomen, vire variabilnosti in fenotipske ter genetske parametre za lastnosti v selekcijskem programu v dani populaciji.

Na testnih postajah v Sloveniji za povečevanje učinkovitosti prieje svinjskega mesa odbiramo merjasce na hitrejšo rasti, učinkovitejše izkoriščanja krme in tanjšo hrbtno slanino. Od naštetih lastnosti debelina hrbtnne slanine merjena z ultrazvokom pri približno 100 kg (DHS) predstavlja posredno mero za mesnatost živali. Selekcija na tanjšo DHS je bila uspešna. Kot posledico opažamo zmanjšano variabilnost za DHS in desno asimetričnost porazdelitve, kar otežuje odbiro "dobrih" živali. Nadaljnja selekcija na tanjšo DHS bo omejena z navedenimi problemi in negativnimi učinki pri kakovosti mesa in plodnosti svinj.

Do leta 1997 so v Sloveniji na izločenih merjascih iz testnih postaj merili tudi klavne lastnosti. Ta tip preizkusa je bil opuščen, ker so izločeni merjasci v klavnicih nezaželeni ter slabo plačani, hkrati pa niso predstavljali primerenega (naključnega) vzorca iz populacije. Delež odbranih merjascev in s tem tudi izločenih merjascev se je namreč iz leta v leta spreminal. Stanjšanje DHS, zmanjšana varianca, sprememb v porazdelitvi in možnost prerazporeditve podkožnega maščobnega tkiva po telesu nakujujejo, da DHS ni več primerna in zadostna kot edina mera za selekcijo na mesnatost praščev. Zaradi omenjenih sprememb pri DHS in ukinitve merjenja klavnih lastnosti na izločenih merjascih, sedaj v selekcijskem programu ni primernih lastnosti za izboljševanje mesnatosti pri praščih.

Drugi vir meritev na klavnih trupih so lahko klavnice, kjer na liniji klanja izmerijo maso topnih polovic, debelini podkožnega maščobnega tkiva (meritev S) in hrbtnne mišice (meritev M) v ledvenem predelu ter na podlagi teh treh meritev ocenijo odstotek mesa. Te meritve se trenutno uporabljajo samo za plačevanje pitanih praščev. Če bi poznali identifikacijo pitancev, bi lahko podatke uporabili tudi za selekcijo. Poleg klavne mase je trenutno odstotek mesa (mesnatost) najpomembnejša klavna lastnost, saj določa ceno mesne enote svinjskega mesa na trgu.

Ker je lahko napaka pri ocenjevanju mesnatosti precejšna, še posebej pri ekstremnih vrednostih, ocjenjeni odstotek mesa z linije klanja ni najboljša lastnost, na katero bi odbirali prašče. Klavnost, dolžina klavne polovice, debelina in površina dolge hrbtnne mišice in slanine ter njuno razmerje, ocena mesnatosti potrebušine, masa ali delež večvrednih telesnih delov, še posebej šunke, in dnevni prirast klavne mase ter pustega mesa je nekaj lastnosti, od katerih bi lahko izbrali dodatne za potrebe selekcije. Te meritve bi lahko opravljali na sorodnikih merjascev v preizkušnji s pomokojo t.i. preizkusa sestrskih

in polsestrskih skupin. Tako bi lahko na podlagi tega preizkusa napovedali plemensko vrednost za klavne lastnosti tudi merjascem na testni postaji

Z namenom vključitve klavnih lastnosti v napoved plemenske vrednosti pri praščih v Sloveniji smo analizirali vire variance, ocenili fenotipske in genetske parametre ter na podlagi tega izbrali lastnosti, ki bi bile primerne za vključitev v selekcijski program.

## 2 PREGLED LITERATURE

### 2.1 KLAVNE LASTNOSTI

Kot že samo ime pove, merimo klavne lastnosti na klavnih trupih. Pri klavnih lastnostih obstaja cela vrsta meritev, ki jih lahko opravljamo na različnih mestih in na različne načine. Večina meritev predstavlja zamaščenost in se uporablja kot posredna mera mesnatosti praščev. Nekatere meritve so za ta namen bolj primerne kot druge. Odstotek mesa oziroma mesnatost je lastnost, ki je vedno prisotna v selekcijskem programu ne glede na različne selekcijske sheme ali cilje (Ducos, 1994, cit. po Le Roy, 2002). V zadnjih 30 letih so praščerejci opravljali intenzivno selekcijo na to lastnost (Smith, 1998). Ker današnji porabnik zavrača mastno meso, je cena klavnih trupov mesnatih praščev višja kot zamaščenih. Pitanje mesnatih praščev je tudi cenejše, saj se za nalaganje miščnega tkiva porabi bistveno manj energije kot za nalaganje maščobnega. Ollivier (1998: 518) je zbral rezultate raziskovalcev in navaja, da se relativni pomen odstotka mesa v klavnem trupu prašča giblje med 15 in 36 % glede na skupni indeks, ki zajema reprodukcijske, pitovne in klavne lastnosti.

Pri pregledu literature, ki jo opisujemo v tem poglavju, smo najpogosteje zasledili naslednje klavne lastnosti:

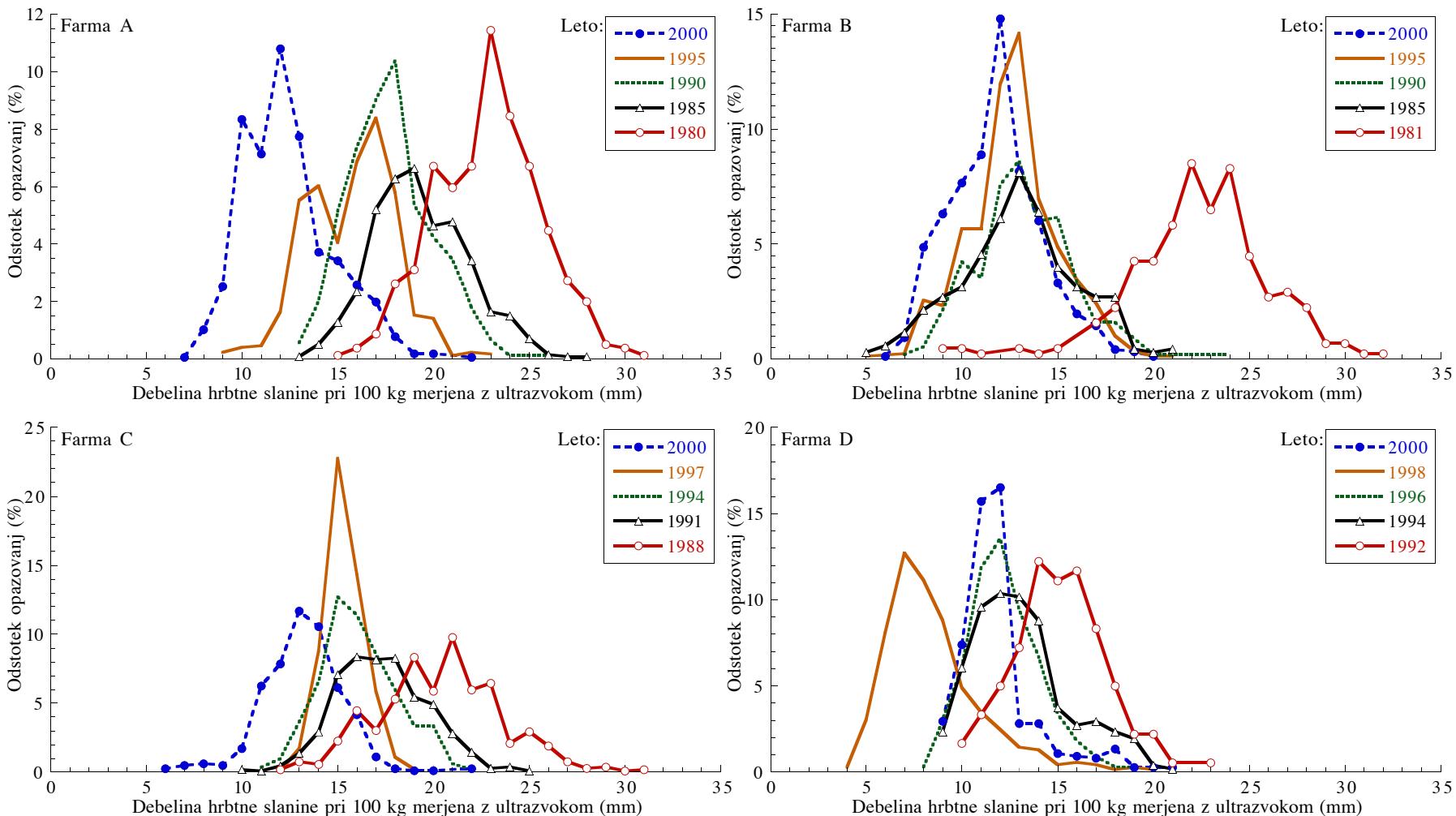
- masa klavnega trupa,
- konformacija klavnega trupa,
- klavnost (razmerje med maso klavnega trupa in živo telesno maso),
- dolžina klavne polovice "a" (razdalja od spodnjega roba sramne kosti (*os pubis*) do atlasa),
- dolžina klavne polovice "b" (razdalja od spodnjega roba sramne kosti (*os pubis*) do spodnjega roba prvega rebra ob grodnici),
- odstotek mesa,
- debelina slanine na več mestih (viher, hrbet, križ, ...),
- debelina, površina ali razmerje površin dolge hrbtne mišice (*m. longissimus dorsi*) in slanine nad njo na različnih mestih, običajno za zadnjim rebrom,
- mesnatost potrebušine,
- masa, delež ali ocene posameznih večvrednih telesnih delov (šunka, ledja, hrbet in plečka) ali vseh delov skupaj in
- prirast klavne mase in mesa.

Kot smo že omenili, lahko nekatere od naštetih meritev opravljamo le na zaklanih živalih, ki tako ne morejo biti kandidati za selekcijo. Hazel in Kline (1952, cit. po Moeller, 2001) sta z invazivno metodo izmerila debelino hrbtne slanine na živih praščih in ugotovila, da obstaja visoka povezava ( $r=0,80$ ) med temi meritvami in meritvami na klavnih trupih. Z uporabo neinvazivnih metod so na tem področju Claus (1957, cit. po Moeller, 2001) ter Hazel in Kline (1959, cit. po Moeller, 2001) opravili pionirske delo, saj so z uporabo ultrazvoka obšli problem merjenja na živih živalih. Debelina hrbtne slanine merjena z ultrazvokom je namreč visoko korelirana z debelino hrbtne slanine na klavnem trupu, ta pa s skupno maso maščobnega tkiva v klavnem trupu prašča. Z uvedbo ultrazvoka je torej bilo možno oceniti mesnatost živih živali z veliko natančnostjo. Odkritje je zelo pomembno, saj je odstotek mesa najpomembnejša klavna lastnost. Uporabljata se dve vrsti ultrazvoka, t.i. A-mode in B-mode (Moeller, 2001). Z ultrazvokom tipa A-mode lahko izmerimo debelino, medtem ko B-mode omogoča merjenje dveh dimenzij, torej lahko izmerimo tudi površino posameznih tkiv.

V selekcijskih programih najpogosteje merijo debelino in površino hrbtne slanine in dolge hrbtne mišice za zadnjim rebrom. Zaradi teh prednosti, so začeli uporabljati ultrazvok v praktično vseh selekcijskih programih za prašče, kakor tudi pri drugih vrstah domačih živali (Wilson, 1992). V Sloveniji smo začeli uporabljati ultrazvok za merjenje debeline hrbtne slanine po letu 1965 (Urbas in sod., 1971), ko so bili postavljeni temelji selekcije praščev pri nas. Od takrat selektorji ne-prekinjeno uporabljajo ultrazvok za merjenje debeline hrbtne slanine ob odbiri merjascev na testnih postajah in mladic na farmah ali kmetijah.

V Sloveniji je bila selekcija na tanjšo DHS uspešna (Malovrh in Kovač, 2000a). V zadnjih letih se je DHS na testnih postajah precej stanjšala. V letu 2001 se je povprečna DHS čistopasemskega merjascev na štirih testnih postajah gibala med 11 in 12,9 mm pri švedski landrace in large white, 12,6 in 13,4 mm pri nemški landrace, 7,6 in 9,2 mm pri pasmi pietrain in 15,8 mm pri pasmi duroc (Kovač in sod., 2002a,b,c,d). Pri nekaterih pasmah je še nekaj prostora za nadaljno selekcijo, a ne veliko. Pri porazdelitvi DHS na testnih postajah se, kot posledica večletne selekcije, pojavlja desna asimetričnost (slika 1), kar otežuje ločevanje "dobrih" živali od povprečja (Kovač in sod., 1999). Podobno so poročali Merks in sod. (1997). Problem je lahko tudi nenatančnost meritev, ki jih opravljamo z ultrazvokom.

Raziskovalci (Diestre in Kempster, 1985; Godfrey in sod., 1991; Cameron in Curran, 1995) so po svetu tudi razpravljali, da bi lahko selekcija na tanjšo debelino podkožnega maščobnega tkiva, kot meritev z enega predela telesa, povzročila prerazporeditev maščobnega tkiva v telesu. Whittemore (1993: 28) nadalje navaja, da ima meso klavnih trupov z manj kot 8 mm hrbtne slanine slabše senzorične lastnosti kakor tudi slabo kakovost samega podkožnega maščobnega tkiva, saj naj bi to bilo premehko in se ločevalo od mesa. Pretirano razmaščevanje praščev tudi ni dobro, saj negativno vpliva na plodnost pri svinjah.

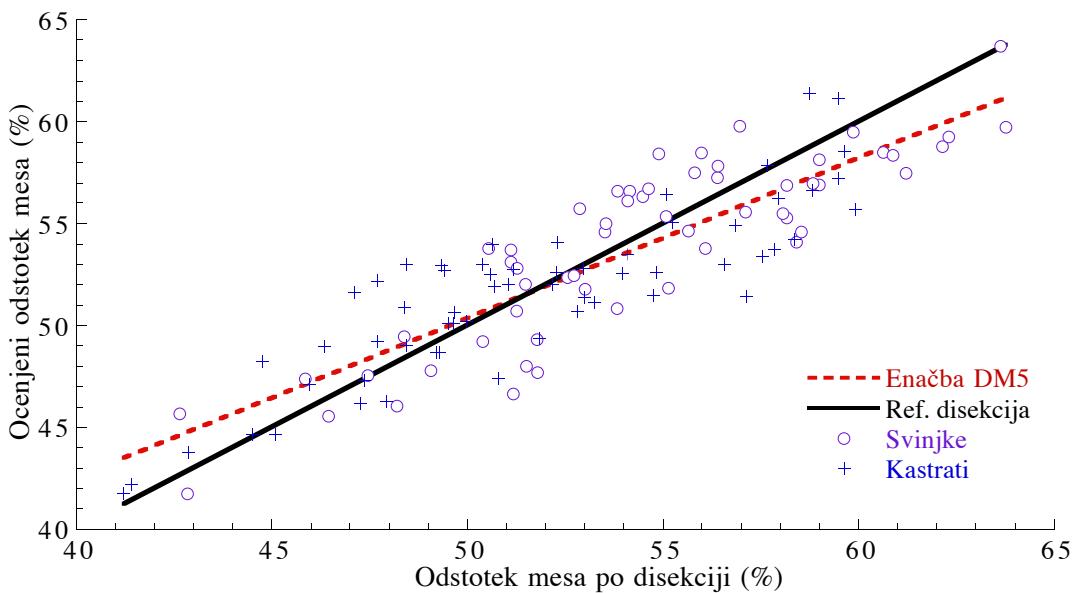


Slika 1: Porazdelitev debeline hrbtne slanine pri 100 kg merjeno z ultrazvokom po letih na selekcijskih farmah

Poleg debelin slanine merjeno z ultrazvokom kot ocena mesnatosti po svetu za selekcijske namene uporabljajo tudi meritve sorodnikov z linije klanja. Prednost teh meritev je, da jih je veliko, a morajo biti sorodniki individualno označeni. Z elektronskimi čipi je lahko identifikacija na liniji klanja močno olajšana. Ta sistem uporabljajo v Nemčiji pri preizkusu potomcev v programu TOP-Genetik (Brandt in Wörner, 1995). Metod za ocenjevanje odstotka mesa na liniji klanja je vč. Ročne metode vse bolj zamenjujejo instrumentalne metode na osnovi optične refleksije, električne prevodnosti, ultrazvoka in analize video slik (Malovrh in sod., 2002). V selekcijske namene odstotek mesa pogosto ocenjujejo tudi na podlagi delnih disekcij. V Sloveniji smo v letu 1996, po nekajletni prekinitvi, hkrati z uvedbo nove metode ocenjevanja mesnatosti, ponovno uvedli plăevanje prašičev na osnovi ocene mesnatosti na liniji klanja. Za ocenjevanje se uporablja t.i. enačba DM5 (Kovač in sod., 1995a,b), ki posnema nemško ročno dvotočkovno metodo merjenja. Enačba DM5 vključuje meritvi S in M ter maso toplih polovic. Od leta 1996 se je povprečni odstotek mesa na liniji klanja povečal za slabih 3,5 % in je v letu 2002 znašal 54,95 % (Čop in sod., 2003). Ker se cena klavnih trupov oblikuje glede na ocenjeni odstotek mesa, je to pomemben dejavnik, ki vpliva na ekonomičnost prireje svinjskega mesa, in še dodatna vzpodbuda, da se klavne lastnosti vključijo v selekcijski program.

Sama ocena odstotka mesa v klavnem trupu z linije klanja je za selekcijo premalo, ker ima nekaj slabosti. Eناčbe za ocenjevanje mesnatosti vedno nekoliko precenjujejo zamašene in podcenjujejo mesnate prašiče (slika 2). Pri izračunu enačbe DM5 je pitanec z dejansko mesnatostjo 60,0 % dobil oceno 58,0 %, torej za 2,0 % manj. Za selekcijo je to pomembno, saj odbiramo ravno živali, ki imajo visok odstotek mesa. Eناčbe za ocenjevanje mesnatosti je potrebno vsake tolikočasa preveriti, zaradi sprememb v populaciji, ki jih povzroča selekcija. Od leta 1995, ko je bila razvita enačba DM5, do leta 2002 se je odstotek mesa znatno povečal in enačba DM5 tako sedaj še bolj podcenjuje mesnate prašiče. Zaradi teh sprememb in želje po avtomatizaciji meritev so Malovrh in sod. (2001) razvili t.i. enačbo HGP4, ki bolje ocenjuje odstotek mesa in namesto ročne dvotočkovne metode uporablja instrumentalno metodo merjenja na podlagi optične refleksije z aparatom Hennessy Grading Probe. Isti avtorji (Malovrh in sod., 2001) so hkrati žeeli razviti novo enačbo tudi za dvotočkovno metodo, a niso zadostili statističnim kriterijem, ki jih postavlja zakonodaja EU. Na vzorcu razsekanih praščev so potrdili, da stara enačba (DM5) še vedno dovolj dobro ocenjuje odstotek mesa. Gorjanc in sod. (2003) so na večjem vzorcu primerjali enačbi DM5 in HGP4 in ugotovili, da enačba DM5 v povprečju podcenjuje odstotek mesa za 1,7 %.

Nadalje Branscheid in sod. (1989) ugotavljajo, da je ocenjeni odstotek mesa za selekcijo pristranski, saj so živali v preizkusu večinoma čistopasemske, enačbe pa so običajno izračunane na podlagi disekcij križancev. Na enak problem je opozoril tudi Tholen in sod. (2001), ko je opravljjal genetske analize pasme pietrain, ki je imela kar za 10 % višjo povprečno mesnatost kot križanci na liniji klanja, za katere je bila razvita enačba. Zaradi teh slabosti bi bilo smiselno v shemo poleg ocene mesnatosti z linije klanja vključiti še dodatne meritve, ki bi vsaj deloma odpravile pristransost. Götz (2002) na podlagi rezultatov ankete poroča, da v selekcijske programe za odstotkom mesa najpogosteje vključujejo tudi maso ali odstotek večvrednih telesnih delov. Selekcija na posamezne večvredne telesne dele ima v zadnjem času vse večji pomen, saj je možno z novimi aparati (npr. AutoFOM) in metodami na liniji klanja določiti maso posameznih kosov kakor tudi njihovo mesnatost. Tako ob masi in mesnatosti



Slika 2: Pristranost pri ocenjevanju mesnatosti na liniji klanja (Kovč in sod., 1995b)

klavnega trupa prihaja do izraza tudi masa in mesnatost posameznih klavnih kosov (Ollivier in sod., 1990; Merks in de Vries, 2002). Tholen in sod. (2001) so preučevali uporabnost aparata AutoFOM za selekcijo in sklenili, da aparat dobro dopolni klavne lastnosti s testne postaje (preizkus sestrskih in polsestrskih skupin), ni pa primeren za popolno zamenjavo preizkusa na testni postaji. Poleg mase ali mesnatosti posameznih kosov so uporabne tudi meritve debeline oz. širine (Blicharski in Ostrowski, 1997; Abrutat in sod., 1999) in površine posameznih klavnih kosov (Abrutat in sod., 1999), še posebej šunke.

Kot biološka kazalca, ki ju lahko postavimo kot cilj selekcije, in kriterij, na katerega odbiramo, so Fowler in sod. (1976) izpeljali dnevni prirast mesa (ang. lean tissue growth rate) in konverzijo krme za meso (ang. lean tissue food conversion). Ti dve lastnosti, predvsem dnevni prirast mesa, se pogosto uporablja v seleksijskih poskusih (npr. Cameron in Curran, 1995; Chen in sod., 2003) in v zadnjem času v raziskavah z dnevnim zauživanjem krme (npr. Landgraf in sod., 2002). V zadnjem primeru, ko potrebujemo mesnatost praščev v več fazah rasti, lahko v praktičnih razmerah ocenimo mesnatost le na podlagi meritve mišičnega in maščobnega tkiva z ultrazvokom ali dražjimi metodami, kot sta računalniška tomografija in X-žarki. Po mnenju Fowler in sod. (1976) je prav to ena izmed pomankljivosti bioloških kazalcev učinkovitosti prireje svinjskega mesa. Dnevni prirast mesa in konverzija krme za meso nista izraziti klavni lastnosti, saj imata tudi elemente pitovnih, sta pa neposredno povezani z učinkovitostjo prireje svinjskega mesa.

Z namenom vključitve klavnih lastnosti v seleksijski program sta pri nas Zajec in Kovač (1998) opravili analizo povezav med različnimi meritvami na klavnem trupu. Na podlagi visokih korelacij z dejanskim odstotkom mesa po disekciji sta kot dodatni meritvi predlagali maso kože s podkožno maščobo ter maso mesa in kosti šunke. O dobri povezavi med maso kože s podkožno maščobo ali maso mesa in kosti večvrednih telesnih delov, še posebej šunke, in mesnatostjo praščev so pri nas

ugotavljalji že Urbas in sod. (1974). Te lastnosti so enostavno merljive in v primerjavi z drugimi metodami (npr. AutoFOM ali računalniška tomografija) tudi mnogo cenejše.

## 2.2 PREIZKUS PRAŠIČEV

### 2.2.1 Zgodovina preizkusov

Za selekcijo prašičev na klavne lastnosti je ključnega pomena shema oz. sistem, po katerem se izvaja preizkušnja in napovedovanje plemenskih vrednosti. Ker je velikost neaditivne genetske variance za klavne lastnosti majhna oz. nepomembna, se le te izboljšujejo s selekcijo čistopasemskih živali. Klavne lastnosti so prisotne že od vsega začetka preizkušnje prašičev. Danci so v letu 1907 prvi začeli uporabljati testne postaje (Clausen in Gerwig, 1958: 23), da bi zagotovili enakomerne pogoje za preizkušnjo. Sprva so izvajali preizkus merjascev na podlagi pitovnih in klavnih rezultatov njihovih potomcev na testnih postajah, torej preizkus potomcev. Poleg dnevnega prirasta in izkoriščanja krme so merili dolžino klavnih trupov, debelino in porazdelitev hrbtne slanine, maso plék, šunke in mesa skupaj, rahlost kože, splošni bekonski tip pitancev in še druge lastnosti. Nekaj let kasneje se je preizkus potomcev razširil tudi v druge države (Finska, Nemčija, Nizozemska, Švedska in Norveška). Clausen in Gerwig (1958: 33) v pregledu navajata, da so se v državah po Evropi najpogosteje preizkušale sestrjske skupine štirih živali, dva kastrata in dve svinjki. Po istem viru so morali rejci na testno postajo poslati po dva pitanca za vsako drugo priznano svinjo, sicer sočredo izključili iz sistema. Druge države niso imele tako zahtevnih pogojev. Kljub temu, da je možno s preizkusom potomcev zanesljivo oceniti plemensko vrednost očeta, ima ta metoda tudi nekaj slabosti. Ker je potrebno čakati na rezultate potomcev, je generacijski interval dolg in lahko se zgodi, da je merjasec že izločen še preden dobi rezultate na potomcih. Zaradi občajno omejenih kapacitet, je tudi število merjascev v preizkusu nizko.

Ker so heritabilitete za lastnosti, na katere so odbirali merjasce na podlagi preizkusa potomcev, visoke, je možno zanesljivo napovedati plemenske vrednosti tudi na podlagi lastnih rezultatov merjascev. Tako so začeli preizkus potomcev zamenjevati s preizkusom lastne proizvodnje merjascev, imenovanim tudi performance test. Prednost tega preizkusa je v skrajšanem generacijskem intervalu ter povečani intenzivnosti selekcije, saj je ob omejenih kapacitetah možno preizkusiti večje število merjascev kot pri preizkusu potomcev. Toda ta tip preizkusa nam ne omogoča merjenje klavnih lastnosti neposredno na kandidatih za selekcijo, merjascih. Preizkus potomcev in lastne proizvodnosti se ne izključuja popolnoma, saj je preizkus potomcev merjasca lahko tudi lastni preizkus proizvodnosti njegovega potomca. Če sta v preizkusu dva merjasca in je eden izločen, potem lahko rezultate izločenega uporabimo tudi za napoved PV odbranega merjasca. Tako se lahko lastni preizkus uporabi za t.i. preizkus sestrskih (ang. full-sib test) ali polsestrskih (ang. half-sib test) skupin. Zadnje v primeru, ko so v preizkusu polbratje in polsestre. Z uporabo metode mešanih modelov tip preizkusa ni več tako izpostavljen, saj se optimalno izkoristijo vse informacije sorodnikov.

Na osnovi danskega modela selekcije se je v petdesetih in šestdesetih letih 20. stoletja razširil lastni preizkus merjascev po celi Evropi in Severni Ameriki (Whittemore, 1993). V preizkus so občajno

še vedno pošiljali sestrsko skupino štirih živali iz gnezda, a tokrat po dva merjasca, kandidata za selekcijo, in enega kastrata ter eno svinjko. Kastrat in svinjka sta bila namenjena za merjenje klavnih lastnosti in s tem za napoved plemenskih vrednosti za merjasca v preizkusu. Ponekod so, zaradi zdravstvenih razlogov, uvedli preizkus merjascev v pogojih reje (ang. on-farm ali field test), medtem ko so za merjenje klavnih lastnosti na testno postajo poslali dve živali iz istega gnezda, kastrata in svinjko. Takšen preizkus (v pogojih reje) ima manj informacij, a po drugi strani omogoča oceno interakcije med genotipom in okoljem, če je v uporabi še preizkus na testni postaji. Kjer uporabljajo samo osemenjevanje, so težave s prenosom bolezni manjše. Z uvedbo merjenja debeline hrbtne slanine z ultrazvokom se je lastni preizkus merjascev še bolj razširil. Pri tem pa je potrebno omeniti, da DHS kljub dobri povezavi z dejansko mesnatostjo ne more popolnoma nadomestiti klavnih lastnosti iz preizkusa sestrskih in polsestrskih skupin (Bereskin, 1975; van Dijk in sod., 1999).

### 2.2.2 Pregled trenutnega stanja selekcije na klavne lastnosti po državah

Selekcija pri praščih se hitro razvija. Kot poročata Andersen in Petersen (1990), na Danskem vsako leto spremenijo ali dodajo kaj novega. Še posebej je to očitno pri klavnih lastnostih, ker se razvijajo nove metode ocenjevanja mesnatosti klavnih trupov in celo že posameznih klavnih kosov. S pregledom 'trenutnega stanja' po državah imamo le namen opisati in nakazati morebitne razlike med državami v merjenju in selekciji na klavne lastnosti.

Na Danskem merijo klavne lastnosti na testnih postajah za merjasce (Andersen in Petersen, 1990; Andersen in sod., 1993). Odstotek mesa dolgočajo na podlagi meritev debeline hrbtne slanine z ultrazvokom pri odbranih merjascih. Izločenim merjascem, ki predstavljajo okoli 85 % preizkušenih merjascev (DanBred., 2003), dolgočijo odstotek mesa z aparaturom Klassificeringscenter na podlagi več meritev debelin maščobnega in mišičnega tkiva vzdolž klavnega trupa. Po podatkih združenja DanBred. (2003) naj bi letno opravili več kot 1000 disekcij, da zagotovijo ustrezno zanesljivost uporabljenih metod. V seleksijski program vključujejo odstotek mesa in klavnost.

Sosednja država Nizozemska uporablja podoben nacionalni seleksijski program s centralnimi testnimi postajami (Knap, 1990, 1993). Od klavnih lastnosti ocenjujejo odstotek mesa posredno preko DHS merjeno z ultrazvokom in na izločenih živalih še DHS na klavnem trupu in delež šunke in ledij v klavni polovici. Z uvedbo elektronskega označevanja praščev nameravajo v napovedovanje PV vključiti tudi rutinske meritve z linije klanja. Sonesson in sod. (1998) so v seleksijskem poskusu za oceno odstotka mesa v klavnem trupu uporabili odstotek šunke, pličke, hrbta (ang. loin) in pripadajočega mesa v kosih, pri čemer so omenjenim klavnim kosom odstranili kožo in podkožno maščobno tkivo.

Geysen in sod. (1999, 2000) poročajo, da v Belgiji pri pasmi pietrain za merjenje klavnih lastnosti, odstotek mesa in dnevni prirast mesa, uporabljajo preizkus potomcev. Iz njihovih prispevkov je razvidno, da v povprečju preizkušajo po deset živali po očetu in štiri po posameznem gnezdu, dve svinjki in dva kastrata.

Skandinavske države imajo dolgo tradicijo selekcije praščev. Na Švedskem (Quality Genetics., 2003)

merijo klavne lastnosti na centralnih testnih postajah, kjer izvajajo preizkus sestrskih in polsestrskih skupin. Johansson in sod. (1986) navajajo, da napovedujejo PV za odstotek mesa, ki ga ocenijo na podlagi delne disekcije klavnih trupov (Johansson, 1987), odstotek mesa in kosti v hrbtni in šunki ter odstotek šunke v klavni polovici. Tako kot Švedi, so tudi Norvežani (Vangen in Sehested, 1997) spremenili preizkus potomcev na centralnih testnih postajah v preizkus sestrskih skupin. Vangen in Sehested (1997) omenjata, da so do leta 1993 v preizkus vključili štiri brate in sestre merjasca na testni postaji, sedaj pa izvajajo le še preizkus polsestrskih skupin v pogojih komercialnega pitališča. Število živali v skupini je v povprečju 30. Nadalje izberejo po dva pujska iz prvih 15 gnezd na novo odbranega merjasca za t.i. podaljšani preizkus polsestrskih skupin. Od klavnih lastnosti v napovedovanju PV vključujejo klavnost in odstotek mesa (Vangen in Sehested, 1997), ki ga ocenijo na podlagi sestave posameznih klavnih kosov (Sehested in Ianssen, 1993).

V Nemčiji je prisotnih več selekcijskih programov za posamezne dežele, rejska združenja in selekcijske hiše. Za klavne lastnosti na splošno uporabljajo preizkus sestrskih in polsestrskih skupin (Brandt in Götz, 1993; Tholen in sod., 2001), meritve z ultrazvokom pri preizkušu lastne proizvodnosti merjascev (Tholen in sod., 2001) in tudi preizkus potomcev (Ruten in sod., 2002). Karras in sod. (1993) so poročali, da v deželi Baden-Württemberg na testnih postajah od klavnih lastnosti merijo delež klavnih kosov in razmerje med površino dolge hrbtne mišice in pripadajoče slanine. Posebnost, ki jo velja omeniti pri Nemčiji, je TOP-Genetik program (Brandt in Wörner, 1995; von Brandt in sod., 2000). V tem programu se izvaja preizkus potomcev merjascev, ki se uporabljam na osemenjevalnih centrih. Meritve zbirajo na njihovih prvih potomcih iz komercialnih pitališč na liniji klanja. Uporabljajo elektronsko označevanje pitancev. Najboljših 30 % merjascev vključijo v TOP-Genetik razred. Ta program ne vpliva na genetski napredok v nukleusih, saj se merjasci uporabljajo le za priteko pujskov za pitanje, a ima velik ekonomski pomen. Von Brandt in sod. (2000) navajajo, da se pri pitancih merijo masa klavnih polovic, dnevni prirast klavnih polovic oz. neto dnevni prirast, mesnatost z aparatom FOM in pripadajoči debelini mišičnega in maščobnega tkiva.

Tudi v Švici za merjenje klavnih lastnosti uporabljajo rezultate sestrskih skupin na centralni testni postaji (Maignel in Hofer, 1998). Kot dopolnitev preizkusa merjascev in mladic v pogojih reje vselijo na centralno testno postajo sestrsko skupino štirih živali, dve svinjki in dva kastrata. Hofer in sod. (1992a,b) so poročali, da pri merjascih v pogojih reje beležijo dnevni prirast in odstotek včvrednih telesnih delov v klavnem trupu na podlagi meritev debeline miščnega in maščobnega tkiva na šestih mestih nad *m. longissimus dorsi* z ultrazvokom. Nadalje Maignel in Hofer (1998) poročata, da pri sestrskih skupinah na testnih postajah poleg pitovnih lastnosti merijo odstotek mesa, pri preizkušu lastne proizvodnje merjascev v pogojih reje pa odstotek mesa ocenjujejo na podlagi meritev DHS z ultrazvokom. Omenjena avtorja sta tudi simulirala različne selekcijske sheme in ocenila, da bi dosegli največje napredke, če bi polovico testne postaje uporabljali tako kot sedaj, to je preizkus sestrskih skupin po štiri živali, drugo polovico pa bi namenili za preizkus dveh merjascev in enega kastrata ali svinjke. Odbrane merjasce bi uporabili na osemenjevalnih centrih, kastrata ali svinjko pa namenili za klavne lastnosti.

Francoski nacionalni selekcijski program prav tako temelji na preizkušu v pogojih reje in centralnih testnih postajah, na katerih merijo pitovne in klavne lastnosti Maignel (2002). Zaradi zdravstvenih

razlogov so leta 1996 ukinili preizkus lastne proizvodnosti merjascev na testnih postajah in jih sedaj preizkušajo le v pogojih reje (Tribout in Bidanel, 1999). Za vsakega merjasca vselijo na testno postajo po eno žival iz gnezda, kastrata ali svinjko (Ducos in sod., 1993; Bidanel in Ducos, 1996). Od klavnih lastnosti v izračun PV vključujejo klavnost korigirano za količino zaužite krme dan pred klanjem in odstotek mesa, ki ga ocenijo iz mase treh klavnih kosov: šunke, hrbta (ang. loin) in podkožne mašcobe na hrbtu, izraženih v odstotkih mase klavne polovice.

Tibau i Font in Soler (1993) opisujeta napovedovanje PV za prašče v Kataloniji. Na centralnih testnih postajah merijo DHS z ultrazvokom in jo uporabljajo za oceno mesnatosti. Drugod po Španiji (Estany in sod., 1993) izvajajo preizkus lastne proizvodnosti v pogojih reje, kjer spremljajo dnevni prirast in DHS. Fernández in sod. (2003) poročajo, da so klavne lastnosti najpomembnejše lastnosti pri iverski pasmi. Beležijo klavno maso in dodatno še maso obdelanih šunk, pličk in ledij. V napovedovanje PV vključujejo mase omenjenih klavnih kosov korigiranih za maso topnih klavnih polovic.

Maso obdelanih večvrednih telesnih delov (vrat, plečka, hrbot in šunka), ki jo merijo pri preizkusu sestrskih skupin na centralnih testnih postajah, vključujejo v seleksijski program na Češkem (Peškovičová in sod., 2002), na Slovaškem pa na enak način delež istih klavnih kosov v klavni polovici (Peškovičová in sod., 2002). Peškovičová in Groeneveld (1997) poročata, da na Slovaškem na centralne testne postaje vseljujejo brate in sestre merjascev in mladic, ki so vključeni v preizkus lastne proizvodnosti v pogojih reje.

Nacionalni seleksijski program v Kanadi že vrsto let temelji na dnevnemu prirastu, DHS in velikosti gnezda. Chesnais (1996) je poročal, da bodo vključili tudi klavne lastnosti. Priporočal je vključitev meritve debelin mišičnega in maščobnega tkiva z ultrazvokom in na podlagi teh oceno mesnatosti za preizkus lastne proizvodnosti v pogojih reje in na testnih postajah. Poleg preizkusa lastne proizvodnosti je priporočal še preizkus sestrskih skupin tako v pogojih reje kot na testnih postajah. Sestrskie skupine naj bi bile velike od dveh do petih svinjk in kastratov na merjasca v preizkusu lastne proizvodnosti. Po zaključku preizkusa bi na teh živalih v klavnici merili maso in dolžino klavnih trupov, maso mesa v šunki, ledjih in plečki, površino dolge hrbtne mišice in debelino potrebušine. Prve genetske analize za klavne lastnosti je opravil Brisbane (1996). V aprilu 2001 (CCSI., 2003) so od klavnih lastnosti v napoved PV vključili debelino in površino dolge hrbtne mišice merjeno z ultrazvokom ter maso mesa v ledjih in celotnem klavnem trupu.

Podobno kot v Kanadi, je tudi v Združenih državah Amerike merjenje klavnih lastnosti v večini primerov opravljeno posredno s pomočjo ultrazvoka. V nacionalni program (STAGES., 2003) je vključena lastnost masa mesa, ki jo ocenjujejo na podlagi debeline DHS in površine dolge hrbtne mišice, oboje merjeno z ultrazvokom.

Od sosednjih držav smo zbrali literaturo za Avstrijo, Madžarsko in Hrvaško. V Avstriji izvajajo preizkus potomcev in preizkus sestrskih skupin na testni postaji (Knapp in sod., 1997), kjer naseljujejo po dve živali iz istega gnezda skupaj. Od klavnih lastnosti v napoved PV vključujejo odstotek mesa, ki ga ocenjujejo na podlagi deleža treh klavnih kosov, šunke, hrbta (ang. loin) in vratu, vse brez podkožne mašcobe, v klavnem trupu. Madžari (Groeneveld in sod., 1996; Csató in sod., 2002) merijo klavne lastnosti na centralnih testnih postajah, kjer izvajajo preizkus potomcev. Od klavnih lastnosti merijo

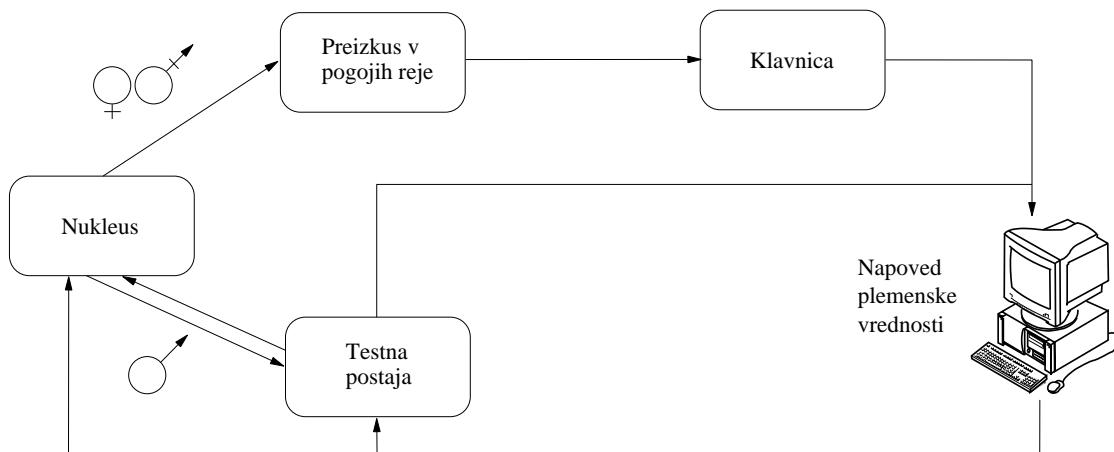
maso večvrednih telesnih delov (vrat, plečka, dolga hrbtna mišica in šunka) in debeline podkožnega maščobnega tkiva na več mestih vzdolž hrbtne linije. Na Hrvaškem (Vincek, 2003) merijo klavne lastnosti v okviru preizkusa lastne proizvodnosti merjascev, a meritev ne uporablja za napoved PV.

### 2.2.3 Razvoj preizkušnje prašičev v Sloveniji

V Sloveniji smo s preizkušnjo prašičev začeli v letu 1962, ko je bila zgrajena progenotestna postaja v Prevojah (Ferjan in sod., 1963). Na tej postaji so izvajali t.i. preizkus po klasični in kombinirani metodi, ki sta združevali preizkus potomcev, preizkus lastne proizvodnosti in preizkus sestrskih ter polsestrskih skupin. V osnovi so v preizkus vključili po štiri gnezda na merjascu. Naseljevali po šest pujskov iz enega gnezda, dva merjasca, dve svinjki in dva kastrata. Svinjke in kastrate so po koncu preizkusa zaklali in na njih merili klavne lastnosti, medtem ko so merjasce preizkušali na podlagi njihovih rezultatov pitovnih lastnosti in klavnih lastnosti zaklanih svinjk in kastratov. Isti avtor navaja, da so od klavnih lastnosti merili: dolžino klavne polovice "a" in "b", debelino slanine na vihru, sredini hrbta in na križu na treh mestih ob srednji zadnjčni mišici - *m. gluteus medius* (pred, na sredini in koncu mišice), debelino potrebušine, širino ledvene mišice (*m. gluteus medius* in *m. multifidus dorsi*) na najširšem delu, število reber in vretenc, površino dolge hrbtne mišice (*m. longissimus dorsi*) in pripadajoče slanine ter njuno razmerje, ki je služilo za oceno razmerja meso:slanina v klavnem trupu. Subjektivno so ocenjevali še trdoto slanine, mesnatost, obliko šunke, bekonski tip in razpored slanine.

Po letu 1975 (Šalehar, 1994) so uvedli preizkušnja prašičev na farmah, najprej na farmi Ihan. Kot edina metoda preizkušanja živali na testnih postajah, se je uveljavil preizkus lastne proizvodnosti merjascev. V tem pogledu se je razvoj testnih postaj in selekcije prašičev pri nas odvил drugače kot v večini drugih držav v Evropi. Ker je vsaka seleksijska farma zgradila svojo testno postajo in ker je naseljevala le svoje merjasce, ni bilo problemov s prenosom bolezni med rejami. S tem preizkusom so se omejile možnosti za merjenje klavnih lastnosti na sorodnikih, saj preizkusa sestrskih in polsestrskih skupin ni bilo več. Klavne lastnosti so se merile le na izloženih merjascih v skladu s tehnologijo o testiranju prašičev (Urbas in sod., 1975; Šalehar in sod., 1980). Merili so: dolžino klavne polovice "a" in "b", debelino hrbtne slanine na vihru, sredini hrbta in na križu na treh mestih ob srednji zadnjčni mišici - *m. gluteus medius* (pred, na sredini in koncu mišice), površino dolge hrbtne mišice (*m. longissimus dorsi*) in pripadajoče slanine, njuno razmerje in še ločeno površino tretjega sloja slanine, debelino stranske slanine in težo šunke skupaj ter ločeno na kožo s podkožno maščobo in meso s kostmi. Merjenje klavnih lastnosti na izloženih merjascih se je ukinilo leta 1997, ker so izloženi merjasci v klavnih nezaželeni ter slabo plačani, hkrati pa niso predstavljali primerenega (naključnega) vzorca iz populacije, saj se je delež odbranih in s tem tudi izloženih merjascev iz leta v leta spremenjal (Kovač in sod., 2002a,b,c,d).

Na Strokovnem svetu za selekcijo prašičev je bil 13. februarja 2003 podan predlog (Čandek-Potokar, 2003) za ponovno uvedbo merjenja klavnih lastnosti in kakovosti mesa. Po predlogu naj bi zbrali meritve INSPECT-a z linije klanja in opravili dodatne meritve takoj po klanju in nato še 24 ur oziroma en dan po zakolu. Vse meritve bi opravljali na levi klavni polovici. Z aparatom Hennessy Grading Probe (HGP) bi izmerili debelini mišice in slanine 7 cm lateralno za zadnjim rebrom ter nato še



Slika 3: Shema napovedi plemenskih vrednosti za klavne lastnosti merjascev na testni postaji na podlagi rezultatov sestrskih in polsestrskih skupin iz preizkusa v pogojih reje

debelini mišice in slanine na križu v predelu srednje zadnjične mišice (*m. gluteus medius*). Dan po zakolu bi na hladnih trupih izmerili dolžino trupa "a" (razdaljo med robom sramne kosti (*os pubis*) in atlasom), na prerezu za zadnjim rebrom površino dolge hrbtne mišice (*m. longissimus dorsi*) in 7 ali 8 cm lateralno debelino slanine ter mišice, maso reber, poskusno ocenili mesnatost reber in na koncu še maso šunke skupaj ter ločeno na kožo s podkožno maščobo in meso s kostmi. Meritev ne bi opravljali na izločenih merjascih, ampak na sorodnikih merjascev v preizkusu lastne proizvodnosti, torej bi izvajali preizkus sestrskih in polsestrskih skupin v pogojih reje (slika 3), kar je ravno obratno kot v večini držav po Evropi, kjer izvajajo preizkus sestrskih in polsestrskih skupin na testnih postajah.

### 2.3 GENETSKI VPLIVI NA KLAVNE LASTNOSTI

Brascamp in sod. (1995) v pregledu navajajo, da genom prašča sestavlja približno  $3 * 10^9$  nukleotidnih baz (C, G, A in T) z okoli 100 000 genov. Geni predstavljajo okoli 10 % genoma. Kljub temu, da vsi geni ne vplivajo na vse lastnosti, predpostavljamo, da je število genov, ki vplivajo na klavne lastnosti, veliko. Večina klavnih lastnosti je namreč kvantitativne narave in le te so običajno porazdeljene normalno. To jo posledica delovanja velikega števila genov z majhnim učinkom. Teorija kvantitativne genetike predpostavlja model z neskorčnim številom genov z majhnim učinkom in je ne zanima pomen oziroma vpliv posameznega gena, temveč skupno delovanje vseh genov. Razlike med posamezniki nastajajo zaradi različne frekvence alel posameznih genov in vplivov iz okolja. Tako lahko fenotipsko varianco razdelimo na njeni vzročni komponenti, to sta genetska in okoliška varianca.

Za selekcijo čistopasemskih živali je pomemben parameter heritabiliteta ( $h^2$ ), ki predstavlja delež genetske variance v fenotipski. Heritabiliteta nam pove, v kolikšni meri je varianca neke lastnosti povzročena z razlikami med genotipi posameznikov. Genetsko varianco lahko naprej razdelimo na aditivno in neaditivno komponento. Aditivna komponenta nam predstavlja seštevek učinkov posameznih genov. Pri selekciji čistopasemskih živali nas zanima prav ta, ker se prenaša s staršev na

potomce. Na drugi strani nam neaditivna komponenta predstavlja učinek kombinacije genov, ki pa se ne deduje. V primeru, da je velikost neaditivne genetske komponente zanemarljiva, nam lahko genetska varianca predstavlja kar varianco zaradi aditivnega delovanja genov oz. aditivno genetsko varianco. Večja kot je ta varianca, več je možnosti za selekcijo.

### 2.3.1 Ocene heritabilitet in aditivne genetske variance za klavne lastnosti

V literaturi je ocen genetskih parametrov, predvsem heritabilitet, za klavne lastnosti veliko. Ker je klavnih lastnosti veliko, smo se pri pregledu literature omejili predvsem na lastnosti, ki smo jih analizirali ali pa so močno povezane. Nadalje smo se v večini primerov omejili na ocene z metodo omejene največje zanesljivosti. Zraven smo izpisali še metodo ocenjevanja, vir podatkov, način izračuna oziroma ocene odstotka mesa in pri ocenah genotip populacije. Na splošno velja, da so ocene heritabilitet za klavne lastnosti srednje do visoke. Zbrali smo ocene heritabilitet in aditivne genetske variance za odstotek mesa (tabela 1), maso topnih polovic, neto dnevni prirast, dnevni in celokupni prirast mesa (tabela 2), maso, delež ali odstotek in sestavo nekaterih včvrednih telesnih delov, šunka, ledja, hrbet in plečka (tabela 3 in 4). Za nekatere druge klavne lastnosti podajamo splošne ocene ali povprečja za heritabilitete iz literature (tabela 5).

Vrednosti za heritabilitete za odstotek mesa (tabela 1) so med 0,19 in 0,93. V pregledu literature smo našli ocene, ki enakomerno pokrivajo cel interval. Srednje do visoke heritabilitete vsekakor narekujejo selekcijo čistopasemskih živali. Nekatere ocene (Johansson in sod., 1986, 1987a; Johansson, 1987; Johansson in sod., 1987b; Stewart in Schinckel, 1989, cit. po Sellier, 1998: 467) so zelo visoke. Johansson in sod. (1986) so razpravljali, da bi lahko bil razlog visokih ocen za heritabilitete gen RYR1, saj ima ta gen velik vpliv na mesnatost praščev. Med viri podatkov in genotipi ni večjih razlik v velikosti ocen, opazen je kvajemu trend upadanja velikosti heritabilitet skozi čas. To bi lahko pojasnili z vplivom selekcije. S selekcijo se namreč zmanjšuje genetska varianca. Pri ocenjevanju genetskih parametrov se kljub predpostavki, da bi morali zajeti vse podatke do osnovne populacije, zaradi prevelike količine podatkov, običajno analizira le manjši del podatkov in tako ne oceni parametre v osnovni, izvorni, populaciji, temveč v populaciji, ki je že bila podvržena selekciji in ima posledično manjšo genetsko varianco. Trend upadanja je viden tudi pri pregledih in povprečjih ocen za heritabilitete, ki so jih opravili Stewart in Schinckel (1989, cit. po Sellier, 1998: 467), Ducos (1994, cit. po Sellier, 1998: 467), van Dijk in sod. (1999) in Peškovčová in sod. (2002).

Avtorji poročajo redkeje o ocenah aditivne variance. Za odstotek mesa se vrednosti gibljejo od 1,44 do 6,60 %<sup>2</sup> (tabela 1). Če te vrednosti prikažemo v standardnih odklonih in pomnožimo z minus in plus tri, dobimo rang razlik plemenskih vrednosti med najslabšimi in najboljšimi živalmi. Za 1,44 %<sup>2</sup> znaša razpon 7,2 % mesa in pri 6,60 %<sup>2</sup> kar 15,4 % mesa v klavnem trupu. Tako visoka ocena za aditivno genetsko varianco je najverjetnejše precenjena, kar so že omenjali Johansson in sod. (1986). Pri načinu izračuna mesnatosti je potrebno opozoriti, da nekateri avtorji (Knapp in sod., 1997; Sonesson in sod., 1998) enačijo mesnatost klavnega trupa in mesnatost nekaterih včvrednih telesnih delov.

Tabela 1: Ocene heritabilitet ( $h^2$ ) in aditivne genetske variance ( $\sigma_a^2$ ) za odstotek mesa (DM) v klavnih trupih praščev v literaturi

Vir	Metoda	Vir podatkov	Izračun DM	$h^2$	$\sigma_a^2$
Johansson in sod. (1986)	-	TP <sub>PT,FS</sub>	-	0,70 <sup>LR</sup> 0,81 <sup>LW</sup> 0,27 <sup>HA</sup>	-
Johansson in sod. (1987a)	H4	TP <sub>PT,FS</sub>	EŠv	0,78 <sup>LR</sup> 0,93 <sup>LW</sup> 0,39 <sup>HA</sup>	4,37 <sup>LR</sup> 6,60 <sup>LW</sup> 1,96 <sup>HA</sup>
Johansson (1987)	H4	TP <sub>PT,FS</sub>	EŠv	0,70 <sup>LR</sup> 0,81 <sup>LW</sup>	4,28 <sup>LR</sup> 5,06 <sup>LW</sup>
Johansson in sod. (1987b)	H4	TP <sub>PT,FS</sub>	EŠv	0,70 <sup>LR</sup> 0,81 <sup>LW</sup> 0,27 <sup>HA</sup>	-
Cameron (1990a)	REML	SP	EVB	0,63 <sup>LR,DU</sup>	-
Ducos in sod. (1993)	REML	TP <sub>FS</sub>	EFr	0,68 <sup>LR</sup> 0,60 <sup>LW</sup>	-
Bidanel in Ducos (1996)	REML	TP <sub>FS</sub>	EFr	0,69 <sup>LR</sup> 0,64 <sup>LW</sup>	2,16 <sup>LR</sup> 2,12 <sup>LW</sup>
Knapp in sod. (1997)	REML	TP <sub>PT,FS</sub>	EAv	0,43 <sup>LR</sup> 0,53 <sup>LW</sup> 0,40 <sup>PI</sup>	-
Sonesson in sod. (1998)	REML	SP	ENi	0,41 <sup>LW</sup>	1,44 <sup>LW</sup>
Geysen in sod. (1999)	REML	TP <sub>PT</sub>	SGKII	0,33 <sup>PI</sup>	1,73 <sup>PI</sup>
Geysen in sod. (2000)	REML	TP <sub>PT</sub>	SGKII	0,33 <sup>PI</sup>	1,70 <sup>PI</sup>
von Brandt in sod. (2000)	REML	KP <sub>PT</sub>	FOM	0,19 - 0,34 <sup>BHZP65, BHZP66</sup>	-
Tholen in sod. (2001)	REML	KP <sub>PT</sub>	FOM	0,36 <sup>BHZP65</sup> 0,25 <sup>BHZPPI</sup> 0,33 <sup>SNW</sup>	-
Tholen in sod. (2001)	REML	TP <sub>FS,HS,PT</sub>	FOM	0,33 <sup>PI</sup> 0,53 <sup>ML</sup> 0,51 <sup>WesthybridPI</sup>	-
Maignel (2002)	REML	TP <sub>FS</sub>	EFr	0,50 <sup>LR</sup> 0,68 <sup>LW</sup> 0,82 <sup>PI</sup>	-
Ruten in sod. (2002)	REML	TP <sub>PT</sub>	-	0,37 <sup>TL</sup> 0,44 <sup>ML</sup>	-
Csató in sod. (2002)	REML	TP <sub>FS</sub>	EMa	0,26 <sup>LR</sup> 0,38 <sup>LW</sup> 0,45 <sup>Ka-Hyb</sup>	-
Peškovičová in sod. (2002)	REML	TP <sub>FS</sub>	PIGLOG	0,36 <sup>LR</sup>	-
Stewart in Schinckel (1989) <sup>p*</sup>	-	-	-	0,84	-
Ducos (1994) <sup>p*</sup>	-	-	-	0,43 (77)	-
van Dijk in sod. (1999) <sup>p</sup>	-	TP <sub>PT,FS</sub>	-	0,60	-
Peškovičová in sod. (2002) <sup>p</sup>	REML, B	-	-	0,39 (4)	-

**Metoda:** H4 - metoda Henderson IV, REML - metoda omejene zanesljivosti, B - metoda Bayesian statistike; **Vir podatkov:** TP - testna postaja, SP - seleksijski poskus, KP - komercialno pitališče, PT - preizkus potomcev, FS - preizkus sestrskih skupin, HS - preizkus polsestrskih skupin; **Izračun DM:** EŠv - odstotek mesa in kosti v šunki in hrbtni + odstotek šunke v klavni polovici + dolžina klavne polovice + spol + sezona, EVB - odstotek mase mesa sedmih klavnih kosov v masi celotne klavne polovice, EFr - odstotek šunke, hrbtna (ang. loin) in hrbtne slanine v klavni polovici, EAv - odstotek šunke, hrbtna (ang. loin) in vratu vse brez kože in slanine v klavni polovici, ENi - odstotek šunke, pličke in hrbtna (ang. loin) vse brez kože in slanine v klavni polovici, SGKII - aparat SGKII, FOM - aparat FOM, EMa - debelina hrbtne slanine 8 in 6 cm lateralno med 3 in 4 rebrrom + površina dolge hrbtne mišice oboje merjeno z ultrazvokom, PIGLOG - aparat PIGLOG; **Genotip:** LR - landrace, LW - large white, HA - hampshire, DU - duroc, PI - pietrain, ML - maternalna linija, TL - terminalna linija, BHZP65, BHZP66, SNW, Ka-Hyb - komercialne linije; p - povprečje s številom ocen v oklepajih ali povzetek ocen, \* - cit. po. Sellier (1998: 467)

Tabela 2: Ocene heritabilitet ( $h^2$ ) in aditivne genetske variance ( $\sigma_a^2$ ) za maso toplih polovic, neto dnevni prirast in (dnevni) prirast mesa v literaturi

Vir	Metoda	Vir podatkov	Izračun odstotka mesa	$h^2$	$\sigma_a^2$
Masa toplih polovic					
Urbas in sod. (1983)	A	TP <sub>LT</sub>	-	0,02 - 0,11 <sup>LR</sup>	-
Johansson in sod. (1987b)	H4	TP <sub>PT,FS</sub>	-	0,33 <sup>LR</sup> 0,46 <sup>LW</sup> 0,21 <sup>HA</sup>	-
McLaren in sod. (1990)	REML	SP	-	0,19 <sup>LR,DU,LRxDU</sup>	-
Cameron (1990a)	REML	SP	-	0,25 <sup>LR,DU</sup>	-
Cameron (1990b)	REML	SP	-	0,43 <sup>LR,DU</sup>	-
Neto dnevni prirast					
Pohar in sod. (1976)	A	KP	-	0,25 <sup>LR,LW,LRxLW</sup>	-
von Brandt in sod. (2000)	REML	KP <sub>PT</sub>	-	0,20 - 0,24 <sup>BHZP65,BHZP66</sup>	-
Prirast mesa					
Urbas in sod. (1983)	A	TP <sub>LT</sub>	-	0,23 - 0,42 <sup>LR</sup>	-
Cameron (1990a)	REML	SP	EVB	0,68 <sup>LR,DU</sup>	-
Cameron (1990b)	REML	SP	EVB	0,75 <sup>LR,DU</sup>	-
CCSI. (2003)	REML	ST <sub>FS</sub> , KP <sub>LT</sub>	-	0,40 <sup>vse pasme</sup>	0,30
Dnevni prirast mesa					
Johansson in sod. (1987a)	H4	TP <sub>PT,FS</sub>	EŠv	0,43 <sup>LR</sup> 0,46 <sup>LW</sup> 0,16 <sup>HA</sup>	713 <sup>LR</sup> 906 <sup>LW</sup> 296 <sup>HA</sup>
Cameron (1990a)	REML	SP	EVB	0,20 <sup>LR,DU</sup>	-
Geysen in sod. (1999)	REML	TP <sub>PT</sub>	SGKII	0,27 <sup>PI</sup>	547 <sup>PI</sup>
Chen in sod. (2002)	REML	KP <sub>LT</sub>	EZDA	0,39 - 0,48 <sup>LR,LW,DU,HA</sup>	-
Whittemore (1993: 194) <sup>p</sup>	-	-	-	0,40 - 0,60	-
Clutter in Brascamp (1998: 435,437) <sup>p</sup>	-	-	-	0,25 - 0,39 (5)	-

**Metoda:** A - analiza variance, H4 - metoda Henderson IV, REML - metoda omejene največje zanesljivosti, B - metoda Bayesian statistike; **Vir podatkov:** TP - testna postaja, SP - selekcijski poskus, KP - komercialno pitališče, PT - preizkus potomcev, LT - preizkus lastne proizvodnosti, FS - preizkus sestrskih skupin; **Izračun DM:** EVB - odstotek mase mesa sedmih klavnih kosov v masi celotne klavne polovice, EŠv - odstotek mesa in kosti v šunki in hrbtnu + odstotek šunke v klavni polovici + dolžina klavne polovice + spol + sezona, SGKII - aparat SGKII, EZDA - spol + živa telesna masa + debelina hrbtne slanine in površine dolge hrbtne mišice oboje merjeno z ultrazvokom; **Genotip:** LR - landrace, LW - large white, HA - hampshire, DU - duroc, PI - pietrain, BHZP65, BHZP66 - komercialne linije; p - povprečje s številom ocen v oklepajih ali povzetek ocen

Tabela 3: Ocene heritabilitet ( $h^2$ ) in aditivne genetske variance ( $\sigma_a^2$ ) za maso, delež ali odstotek in sestavo skupine včvrednih telesnih delov v klavni polovici ter šunke v literaturi

Vir	Metoda	Vir podatkov	Klavni kosi	$h^2$	$\sigma_a^2$
Hofer in sod. (1992a)	REML	TP	EŠv	0,42 <sup>LR</sup> 0,44 <sup>LW</sup>	0,98 <sup>LR</sup> 1,13 <sup>LW</sup>
Karras in sod. (1993)	-	TP	-	0,55	-
Groeneveld in sod. (1996)	REML	TP <sub>FS</sub>	V, P, D in Š	0,77 <sup>LR</sup> 0,65 <sup>LW</sup>	0,62 <sup>LR</sup> 0,66 <sup>LW</sup>
Newcom in sod. (2002c,b,a)	REML	TP <sub>PT</sub>	Š <sub>M</sub> , H <sub>M</sub> in P <sub>M</sub>	0,56-0,75	-
Peškovičová in sod. (2002)	REML	TP <sub>FS</sub>	V <sub>MK</sub> , P <sub>MK</sub> , H <sub>MK</sub> in Š <sub>MK</sub>	0,54 <sup>LR</sup> 0,38 <sup>WM</sup>	-
Peškovičová in sod. (2002) <sup>p</sup>	REML, B	-	-	0,56 (15)	-
Šunka					
Hermesch in sod. (2000)	REML	SP	Š	0,22 <sup>LR,LW</sup>	0,295 <sup>LR,LW</sup>
Tholen in sod. (2001)	REML	KP <sub>PT</sub>	Š	0,22 <sup>BHZP65</sup> 0,16 <sup>BHZPPI</sup> 0,23 <sup>SNW</sup>	-
Tholen in sod. (2001)	REML	TP <sub>FS,HS,PT</sub>	Š	0,06 <sup>PI</sup> 0,38 <sup>ML</sup> 0,18 <sup>SL</sup>	-
Newcom in sod. (2002c,b,a)	REML	TP <sub>PT</sub>	Š	0,57-0,63	-
Fernández in sod. (2003)	REML	TP	Š	0,36	-
Johansson in sod. (1987b)	H4	TP <sub>PT,FS</sub>	%Š	0,43 <sup>LR</sup> 0,43 <sup>LW</sup> 0,28 <sup>HA</sup>	-
Gibson in sod. (1998)	-	TP	%Š	0,21 <sup>LR,LW,DU,HA</sup>	-
Urbas in sod. (1983)	A	TP <sub>LT</sub>	Š <sub>KS</sub>	0,14 - 0,45 <sup>LR</sup>	-
Urbas in sod. (1983)	A	TP <sub>LT</sub>	Š <sub>MK</sub>	0,19 - 0,66 <sup>LR</sup>	-
Newcom in sod. (2002c,b,a)	REML	TP <sub>PT</sub>	Š <sub>M</sub>	0,62	-
Johansson in sod. (1987b)	H4	TP <sub>PT,FS</sub>	Š <sub>%MK</sub>	0,73 <sup>LR</sup> 0,87 <sup>LW</sup> 0,51 <sup>HA</sup>	-
Gibson in sod. (1998)	-	TP	Š <sub>%M</sub>	0,72 <sup>LR,LW,DU,HA</sup>	-
Hicks in sod. (1998)	REML	SP	Š <sub>%M</sub>	0,52 <sup>LW</sup>	0,830 <sup>LW</sup>
Hermesch in sod. (2000)	REML	SP	Š <sub>%M</sub>	0,38	0,171

**Metoda:** REML - metoda omejene največe zanesljivosti, H4 - metoda Henderson IV, A - analiza variance, B - metoda Bayesian statistike; **Vir podatkov:** TP - testna postaja, SP - selekcijski poskus, KP - komercialno pitališče, PT - preizkus potomcev, FS - preizkus sestrskih skupin, HS - preizkus polsestrskih skupin, LT - preizkus lastne proizvodnosti; **Klavni kosi:** EŠv - ocena na podlagi debeline hrbtne slanine in globine dolge hrbtne mišice na šest mestih, V - vrat, P - plečka, H - hrbot, D - dolga hrbtna mišica, Š - šunka, M - meso, MK - meso in kosti, KS - koža in podkožno maščobno tkivo; **Genotip:** LR - landrace, LW - large white, WM - slovaška white meaty, HA - hampshire, PI - pietrain, DU - duroc, ML - maternalna linija, TL - terminalna linija, BHZP65, BHZP66, SNW - komercialne linije; p - povprečje s številom ocen v oklepajih ali povzetek ocen

Tabela 4: Ocene heritabilitet ( $h^2$ ) za maso, delež ali odstotek in sestavo ledij, hrbta in plečk v literaturi

Vir	Metoda	Podatki	Klavni kosi	$h^2$
Ledja in hrbet				
CCSI. (2003)	REML	SP <sub>FS</sub> , KP <sub>LT</sub>	L	0,40 <sup>vse pasme</sup>
Fernández in sod. (2003)	REML	TP	L	0,28
Newcom in sod. (2002c,b,a)	REML	TP <sub>PT</sub>	H	0,61
Newcom in sod. (2002c,b,a)	REML	TP <sub>PT</sub>	H <sub>M</sub>	0,62
Johansson in sod. (1987b)	H4	TP <sub>PT,FS</sub>	H <sub>%MK</sub>	0,64 <sup>LR</sup> 0,73 <sup>LW</sup> 0,25 <sup>HA</sup>
Plečka				
Newcom in sod. (2002c,b,a)	REML	TP <sub>PT</sub>	P	0,20-0,23
Fernández in sod. (2003)	REML	TP	P	0,41
Newcom in sod. (2002c,b,a)	REML	TP <sub>PT</sub>	P <sub>M</sub>	0,34-0,49

**Metoda:** REML - metoda omejene največje zanesljivosti, H4 - metoda Henderson IV; **Vir podatkov:** SP - seleksijski poskus, KP - komercialno pitališče, TP - testna postaja, FS - preizkus sestrskih skupin, LT - preizkus lastne proizvodnosti, PT - preizkus potomcev; **Klavni kosi:** P - plečka, H - hrbet, L - ledja, M - meso, MK - meso in kosti; **Genotip:** LR - landrace, LW - large white, HA - hampshire

Za maso toplih polovic (tabela 2) so ocene heritabilitet nižje, od 0,11 do 0,46. Ta lastnost je občajno predvsem pod vplivom tehnologije reje, saj se rejec na podlagi razmer na trgu in po dogovoru s klavnicami odloča pri kakšni teži bo prodal pitance. Nekaj razlik med živalmi je vseeno povzročenih z razlikami med genotipi. Heritabilitete za neto dnevni prirast se gibljejo med 0,20 in 0,25 (tabela 2) kar so običajne vrednosti za dnevne priraste (Clutter in Brascamp, 1998: 435,437). Na maso mesa v klavni polovici oz. celokupni prirast mesa ima genotip večji vpliv, heritabilitete se gibljejo med 0,23 in 0,75, medtem ko pri dnevнемu prirastu mesa beležimo nižje ocene, med 0,16 do 0,60 (tabela 2). Heritabilitete za skupino večvrednih telesnih delov se v literaturi gibljejo med 0,38 in 0,75 (tabela 3 in 4). Masa, delež ali odstotek in sestava šunke imajo nižje heritabilitete. Enako velja tudi za ledja, hrbet in plečko.

Tabela 5: Splošne ocene ali povprečje in število ocen v oklepajih za heritabilitete nekaterih klavnih lastnosti v literaturi

Lastnost	Stewart in Schinckel (1989)*	Whittemore (1993: 194)	Ducos (1994)*
DHS	0,41	0,40-0,70	0,45 (143)
PDHM	0,47	0,40-0,60	0,48 (35)
Klavnost	0,30	-	0,36 (16)
Dolžina trupa	0,56	0,40-0,60	0,57 (43)
Oblika šunke	-	0,40-0,60	-

DHS - debeline hrbtne slanine merjena z ultrazvokom, PDHM - površina dolge hrbtne mišice, \* - cit. po. Sellier (1998: 467)

Tudi ostale klavne lastnosti, kot so DHS, površina dolge hrbtne mišice, klavnost, dolžina klavnih polovic in oblika šunke, imajo srednje od visoke heritabilitete (tabela 5). Stewart in Schinckel (1989, cit. po Sellier, 1998: 467) navajata vrednosti med 0,30 in 0,56, medtem ko Whittemore (1993: 194) navaja rang od 0,40 do 0,60 za vse omenjene lastnosti, razen 0,70 pri DHS. Ducos (1994, cit. po Sellier, 1998: 467) je izračunal povprečja več objav in poroča o vrednostih med 0,36 in 0,57.

### 2.3.2 Ocene neaditivne genetske variance za klavne lastnosti

Za klavne lastnosti na splošno velja, da je velikost, s tem pa tudi pomembnost, neaditivne genetske komponente zanemarljivo majhna (Sellier, 1976; Johnson, 1981). V zadnjem času so Culbertson in sod. (1998) ocenili majhen delež neaditivne genetske variance povzročene z dominanco, 0,048 za DHS, ki je posredna mera za mesnatost, in 0,103 za dnevni prirast. Lutaaya in sod. (2001) so dobili podobne rezultate; deleži dominance za dnevni prirast so za tri linije dosegali vrednosti od 16 do 39 %, medtem ko pri DHS niso dokazali vpliva dominance.

Pri križancih napredek ni takšen, kot bi ga pričakovali na podlagi napredka pri čistopasemskih živalih v nukleusu (Merks, 2001). Razlog naj bi bile drugične lastnosti, ki jih merimo pri križancih in čistopasemskih živalih (DHS merjena z ultrazvokom ali merjena z ravnilcem ali aparatom na klavnem trupu), interakcija genotip-okolje in neuspešen prenos genetskega napredka iz nukleusa. Merks (2001) za povečanje napredka pri križancih predlaga definicijo selekcijskih ciljev na komercialnem nivoju, razpršitev nukleusa na več lokacij, ki nudijo različna okolja in vključitev meritve na križancih v selekcijo čistopasemskih živali. Van Steenberger in Merks (1998) sta analizirala uporabnost in prednost meritve na križancih z linije klanja za selekcijo čistopasemskih živali v nukleusu. Z uporabo modela očeta sta ugotovila, da vključitev meritve na križancih z linije klanja poviča genetski napredek za kar 32 pri DHS in 53 % dnevnom prirastu pri križancih, a na drugi strani zmanjša napredek v nukleusu za 20 in 32 % za omenjeni lastnosti. Ker je pri praščih velikost populacije križancev bistveno večja kot čistopasemskih živali, so omenjeni rezultati vzpodbudni. Wolf in sod. (2002) so tudi vključili meritve na križancih v njihove analize in izračunali le 1 % izboljšanja pri agregatnem genotipu za testne postaje in 5 % za preizkus lastne proizvodnosti v pogojih reje.

### 2.3.3 Markerji, geni z velikim učinkom in QTL

Teorija kvantitativne genetike predpostavlja za kvantitativne lastnosti neskončno število genov z majhnim učinkom in jo genetska arhitektura ne zanima. Z razvojem molekularnih tehnik koncem 20. stoletja so bile dane možnosti vpogleda v genetski ustroj organizmov. Poznavanje narave posameznih genov in odnosov med njimi daje neslutene možnosti, ki pa so bile mnogokrat tudi pretirano zamišljene. Markerji nam služijo za določanje mesta, kjer se določen gen nahaja. Bližje je marker genu, boljši je. Gen, ki vpliva na kvantitativne lastnosti, imenujemo tudi QTL (ang. quantitative trait loci). Ker na kvantitativne lastnosti vpliva veliko število genov z manjšim učinkom, QTL-i predstavljajo le tiste gene, katerih učinek je dovolj velik, da se jih lahko identificira s sodobnimi analizami. Informacije o markerjih lahko uporabimo (Visscher in Haley, 1998) pri vnosu tujih genov v populacijo (ang. marker assisted introgression), selekciji na novo vzpostavljenih sintetičnih linij in selekciji čistopasemskih živali (ang. marker assisted selection). Zadnja, ki sta jo razvila Fernando in Grossman (1989), predstavlja nadgradnjo metode BLUP. Mnogokrat uporabljena kratica zanjo je MAS. Prednosti uporabe markerjev pri selekciji čistopasemskih živali so v tem, da lahko določimo prisotnost markerja praktično takoj po rojstvu in na vseh živalih. Za lastnosti, ki jih težko merimo pri vseh živalih (reprodukциja, mlečnost, klavne lastnosti) ali pa sploh težko merimo in imajo nizko heritabilnosti.

teto, so možni večji napredki v primerjavi s klasično selekcijo po BLUP-u. V primeru, da odkrijemo gen, na katerega kaže marker, lahko hitro, v nekaj generacijah, fiksiramo zaželjene alele in s tem povečamo učinkovitost prireje. V praščerejo je že vpeljanih nekaj aplikacij s področja molekularne genetike.

Za klavne lastnosti je nesporno najbolj znan primer gena halotan (Eikelenboom in Minkema, 1974, cit. po Brascamp in sod., 1995) oziroma RYR1 (Fuji in sod., 1991). Alela n tega gena se nahaja na šestem kromosomu in je povezana z mesnatostjo praščev. Ima pa alela n tudi stranski učinek, saj povzroča sindrom maligne hipertermije (SMH). Posledice so hitro zakisanje mesa po zakolu in pojav bledega mehkega vodenega (BMV) mesa. Frekvenca alele n je visoka predvsem pri zelo mesnatih pasmah (pietrain, belgijski landrace, ...). Whittemore (1993: 21-23) poroča, da imajo prašči s prisotnostjo alele n gena RYR1 v frekvenci od 40 do 70 %:

- boljšo klavnost za okoli 1 %,
- večjo površino (od +5 do +10 cm<sup>2</sup>) in debelino (do +12 mm) *m. longissimus dorsi*,
- približno 2,5 % boljšo mesnatost,
- večje, bolj zaokrožene in bolj mesnate šunke in
- manjši delež kosti.

Nadalje navaja, da imajo ti prašči na drugi strani:

- enega ali dva pujska manj ob odstavitvi,
- okoli 10 do 20 % počasnejšo rast,
- zmanjšan apetit za približno 10 do 20 %,
- večjo smrtnost (8 %) v času pitanja na celotnem intervalu rasti,
- približno 10 mm krajše klavne polovice in
- okoli 25 % klavnih trupov s prisotnostjo BMV mesa.

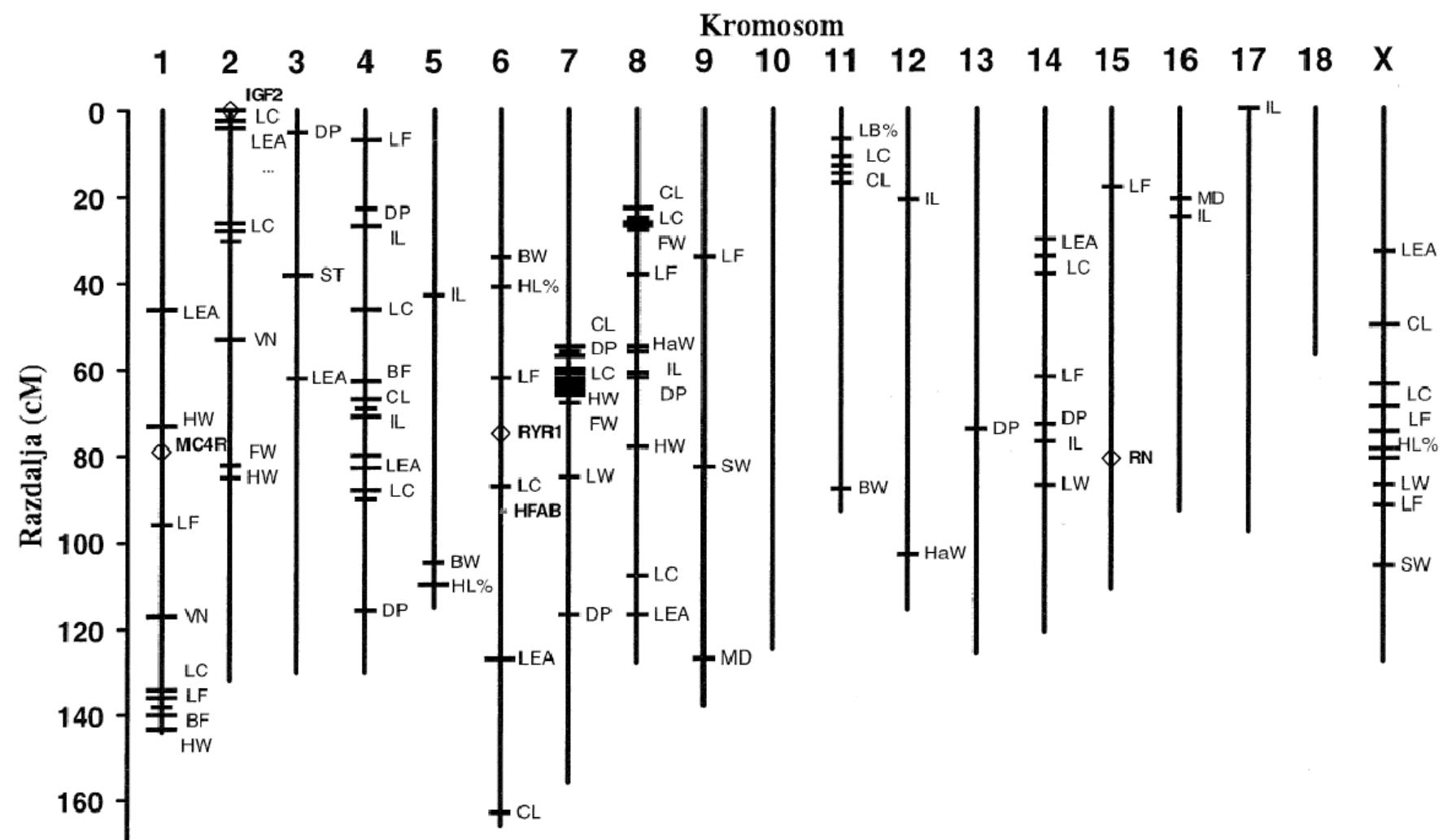
V Sloveniji je frekvenca alele n pri merjascih na testnih postajah različna med genotipi (Kovač in sod., 2002b): najvišja pri pasmi pietrain, sledita nemška landrace in posledčno linija 54, medtem ko je pri pasmah švedska landrace in large white nižja, od 0 do okoli 15 %. Pri pasmi duroc alele n niso našli. Šalehar in sod. (1994) so analizirali razlike med NN in Nn genotipoma v slovenski populaciji praščev in ugotovili, da imajo prašči genotipa Nn značilno tanjšo hrbtno in stransko slanino, manjšo površino slanine na hrbtni mišici in težje šunke, predvsem na račun večje mase mesa in kosti šunke. Mnogo-krat prednosti, ki so povezane s prisotnostjo alele n gena RYR1, ne odtehtajo slabosti. Zaradi tega je v Evropi in tudi drugod po svetu težnja po izločitvi alele n pri mesnatih pasmah praščev. Sočasna

selekcija na klavne lastnosti kvantitativne narave (odstotek mesa, masa in delež šunk, oblika šunke, ...) lahko v enaki meri, če ne še celo v večji, zagotovi prednosti alele n. Tholen in sod. (2001) omenjajo, da vključitev genotipa RYR1 v statistični model za ocenjevanje parametrov disperzije zmanjša varianco klavnih lastnosti povzročeno s segregacijo alele n.

Drugi primer uporabe molekularne genetike v praščereji je gen za kislo meso (Naveau, 1986, cit. po Sellier, 1998), ki je prisoten pri pasmi hampshire. Alela RN<sup>-</sup> tega gena se nahaja na petnajstem kromosomu in povzroča visoko koncentracijo glikogena v mišicah. Posledice so nizek pH po klanju in velike izgube pri kuhanju mesa. Enfält in sod. (1997) navajajo, da alela RN<sup>-</sup> vpliva tudi na pitovne in klavne lastnosti. Prašiči s to alelo (RN<sup>-</sup>) imajo boljši dnevni prirast, višjo mesnatost in večji delež šunke.

Omeniti velja še QTL blizu lokusa za inzulin rastni faktor na drugem kromosomu (IGF-2). Omenjeni QTL po poročanjih Nezer in sod. (1999) pojasnjuje od 15 do 30 % variance v mesnatosti. Njegov vpliv naj bi bil podoben kot vpliv gena RYR1, a brez stranskih učinkov. Skupaj z lokusom CRC, na katerem se nahaja tudi gen RYR1, pojasnjujeta 50 % razlik med pasmama pietrain in large white. Nezer in sod. (1999) še navajajo, da se marker in z njim QTL ne dedujeta po mendlovih zakonih, ampak da sta pod izključnim vplivom očeta - merjasca, t.i. paternalni imprinting. Vpliv se kaže le, če oče prenese alele na potomce. Genotip mame pri tem ni pomemben. Selekcijska hiša Seghers je v sodelovanju z belgijsko (Liége) in švedsko (Uppsala) univerzo patentirala marker pod imenom BetterGEN (Marbery, 2001).

V zadnjih desetih letih je bila opravljena cela vrsta analiz, v katerih so s pomočjo markerjev iskali gene z velikim učinkom oz. QTL-e. V genski mapi za prašiče naj bi obstajalo že kar 3 800 markerjev, od katerih je 1 500 mikrosatelitov (Bidanel in sod., 2001). Bidanel in Rothschild (2002) sta opravila pregled teh analiz in združila rezultate. Markerje in nekaj lokusov za klavne lastnosti predstavljamo na sliki 4. Markerji, ki so povezani s klavnimi lastnostmi, se nahajajo skoraj na vseh kromosomih. Šesti kromosom ob lokusu za gen RYR1 nosi tudi markerje, ki so povezani z dolžino klavnega trupa, s površino dolge hrbitne mišice, z odstotkom mesa, maso ledvčnega sala, deležem šunk in ledij v klavnem trupu ter maso reber. Bidanel in Rothschild (2002) poročata, da so raziskovalci v večini primerov analizirali križance fenotipsko zelo različnih (oddaljenih) populacij. Tako identificirani QTL-i pojasnjujejo predvsem genetske razlike med populacijami križancev. Omenjata še, da bi bilo v prihodnje potrebno nameniti več pozornosti pasmam oz. genotipom, ki se uporabljajo v komercialne namene. Raziskave naj bi usmerili v izboljšanje odpornost na bolezni, reprodukcije in kvalitete mesa, saj te lastnosti težko izboljšujemo s klasičnimi metodami selekcije.



**Marker:** BF=masa hrbtne slanine, BW=masa reber, CL=dolžina klavnega trupa, DP=klavnost, FW=masa nogic, HaW=masa šunke, HL%=odstotek šunk in ledij, HW=masa glave, IL=dolžina tankega črevesa, LC=odstotek mesa, LEA=površina dolge hrbtne mišice, LF=masa ali odstotek ledvičnega sala, LW=masa ledij, ST=debelina kože, SW=masa plečk, VN=število vretenc; **Lokus:** HFAB=srčna vezalna beljakovina za maščobne kisline, IGF2=inzulin rastni faktor, MC4R=melanocortin-4 receptor, RN=kislo meso, RYR1=ryanodinski receptor

Slika 4: Markerji in lokusi za klavne lastnosti pri praščih (Bidanel in Rothschild, 2002)

## 2.4 METODE NAPOVEDOVANJA PLEMENSKIH VREDNOSTI IN OCENJEVANJA KOMPONENT VARIANCE

Za napovedovanje plemenskih vrednosti (PV) je v zadnjem času najbolj priznana in razširjena metoda mešanega modela, ki sta jo neodvisno razvila Goldberger (1962) in Henderson (1963). Kljub temu, da jo je Henderson dokazal in objavil kasneje kot Goldberger, je Henderson poznal zakonitosti metode že prej (Henderson in sod., 1959) in je zaslužen za razvoj in vpeljavo te metode v selekcijo domačih živali (Henderson, 1984). Mnogokrat se za to metodo uporablja sinonim BLUP, ki pravzaprav le označuje lastnosti metode in pomeni najboljšo linearno nepristransko napoved (ang. best linear unbiased prediction) za naključne vplive, npr. vpliv živali oz. plemenska vrednost živali.

Metoda hkrati ocenjuje sistematske vplive (spol, genotip, sezona, starost ob zakolu, ...) in napoveduje naključne vplive (skupno okolje v gnezdu, žival oz. plemenska vrednost, ...). Pri tem se uporabijo vsi razpoložljivi viri informacij: meritve, poreklo in ocene parametrov disperzije. Meritve so lahko opravljene ob različnih starostih, spolih, sezонаh itd. Z ustreznim modelom odstranimo okoliške vplive in s tem omogočimo nepristransko napoved plemenske vrednosti. Razen meritov je poreklo izrednega pomena, saj nam nudi informacije o podobnosti med sorodniki. Poreklo se uporablja pri nastavljavi matrike sorodstva (Henderson, 1984). Ker se v sistemu enačb mešanega modela, uporablja inverza matrike sorodstva, je bila uporaba porekla pri velikem številu živali nemogoča. Šele odkritje Hendersona (1976), da je celo lažje, hitreje, nastaviti inverzo matrike sorodstva, je privelo do praktične uporabe mešanih modelov v živinoreji. V primeru, da sočede genetsko povezane, nam metoda omogoča napoved in primerjavo PV med čredami. Poreklo odpravi tudi pristranost zaradi predhodne selekcije, če so v analizo vključeni podatki, na katerih je bila selekcija opravljena, in nenaključnega parjenja (Henderson, 1984). Ker običajno nimamo porekla do izvorne osnovne populacije, v kateri se je začela selekcija, uporabimo genetske skupine (Pollak in Quaas, 1983; Westell in sod., 1988). Z njimi lahko modeliramo predhodno selekcijo v osnovni populaciji in razložen izvor živali, ki prihajajo v analizirano populacijo. Vključitev ustreznih vplivov, tako sistematskih kot naključnih, je ključnega pomena za zanesljivo in nepristrano napoved PV.

Z uporabo meritov več lastnosti hkrati v t.i. večlastnostnih (ang. multiple trait) modelih (Henderson in Quaas, 1976) še povečamo zanesljivost napovedi. Zaradi teh prednosti in ob razvoju splošnih programov, npr. PEST (Groeneveld, 1990; Groeneveld in sod., 1990), se je uporaba te metode mogočno razširila v selekciji domačih živali. Primere in uporabo mešanih modelov je slikovito prikazal Mrode (1996). Hudson in Kennedy (1985) sta prva uporabila BLUP za prašče v večjem obsegu. Le nekaj let kasneje (Kovač, 1989) smo tudi v Sloveniji opravili prve analize v praščereji. Začetke in nadaljnjo uporabo metode mešanih modelov pri selekciji praščev je za komercialne selekcijske programe opisal Bampton (1992), za nekatere nacionalne pa Brandt (1993). Bidanel (1998) je v pregledu na primeru praščereje opisal prednosti in meje čedalje bolj kompleksnih modelov.

Poleg meritov in porekla potrebujemo za napoved PV vrednosti ali vsaj razmerja komponent variance za naključne vplive (Henderson, 1984). V primeru, ko je v model vključen le naključni vpliv živali, potrebujemo vrednost za aditivno genetsko in okoliško varianco ali le vrednost za heritabiliteto analizirane lastnosti. Z vključevanjem dodatnih vplivov potrebujemo še vrednosti ali razmerja za dodatne

vplive, če so pa vplivi povezani (korelirani), pa še vrednost za kovariance ali korelacije. Pri včela-stnostnih modelih potrebujemo še dodatno vrednosti za ustrezne kovariance ali korelacije med vplivi za analizirane lastnosti. Ker teh vrednosti občajno ne poznamo, jih je potrebno oceniti.

Podobno kot pri napovedovanju PV, beležimo tudi pri ocenjevanju komponent variance intenziven razvoj metod, ki sta ga v pregledih predstavila Searle (1989) in Hofer (1998). Prvotno se je za ocenjevanje komponent variance uporabljala metoda ANOVA oz. analiza variance, ki jo je predstavil Fisher (1925, cit. po Searle, 1989). Zaradi neuravnoteženih podatkov, ki so v živinoreji pogosti, je Henderson (1953) nadgradil metodo ANOVA v t.i. metode Henderson I, II, III in IV. Z razvojem (Fisher, 1925, cit. po Searle, 1989) in uveljavitvijo (Hartley in Rao, 1967, cit. po Hofer, 1998) metode največje zanesljivosti (ang. maximum likelihood - ML) so bile dane možnosti za ocenjevanje komponent variance s splošnim mešanim modelom za podatke, ki nastajajo v živinoreji. Vzporedno sta se razvijali še metodi MINQUE in MIVQUE (Rao, 1970; LaMotte 1970, cit. po Searle, 1989), ki pa se, zaradi njunih slabosti, danes ne uporablja več. Metodo največje zanesljivosti sta Patterson in Thompson (1971) dopolnila in razvila t.i. metodo omejene največje zanesljivosti (ang. restricted maximum likelihood - REML), ki odstrani pristranost, zaradi porabe stopinj prostosti za sistematske vplive. Danes je metoda REML, podobno kot metoda mešanega modela za napovedovanje PV, standard za ocenjevanje komponent variance. Metoda REML na podlagi meritev, porekla in danega modela iterativno oceni neznane parametre, ki jih nato vključimo v sistem enačb mešanega modela in uporabimo pri napovedovanju PV.

### 3 MATERIAL IN METODE

#### 3.1 OPIS POSKUSA

Na selekcijski farmi Nemščak v Beltincih so opravili selekcijski poskus, v katerem so po vsakem merjascu, ki se uporablja za osemenjevanje v osnovni čredi, vhlevili v bokse v proizvodnih razmerah pitališča po eno svinjko in enega kastrata, če je to bilo možno. Po merjascu so zbrali živali iz 20 gnezd. Pitanci so bili potomci merjascev in svinj priznanih pasem: švedske landrace (ŠL) in large white (LW) kot maternalni pasmi ter pietrain (PI) in nemške landrace (NL) kot terminalni pasmi, in križanj iz tri in štiripasemskega sistema križanj na farmi. Pitanci so bili tetovirani z rodovniško številko svinje in so imeli znanega očeta, genotip, spol ter datum rojstva.

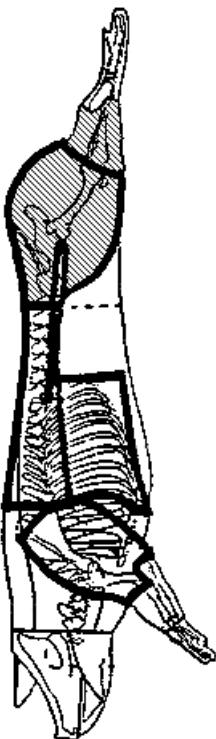
Pogoji in način reje je bil enak kot za ostale pitance na farmi. Pitance so naselili pri teži okoli 25 kg v skupine od 8 do 9 živali, glede na velikost boksa. Površina v boksu je znašala 0,55 m<sup>2</sup> na pitanca. Skupine niso bile oblikovane glede na spol, genotip ali očeta - merjasca in jih v času pitanja niso spreminjali. Krmljenje je bilo po volji z dvema krmnima mešanicama (tabela 6). Krmno mešanico Bek-25 so polagali v času od 25 do 60 kg, nato pa Bek-60 do konca pitanja. Pri približno 100 kg so vse pitance iz posamezne skupine poslali v klavnico. V primeru, da je katera žival mčeno zaostala v rasti, so jo poslali v klavnico kasneje, vendar največ dva tedna. Na začetku, med in na koncu pitanja niso opravljali meritev, zaradi tehničnih omejitev v pitališču. V poskusu ni bilo beleženo, katere živali so bile skupaj v boksih.

Tabela 6: Sestava krmnih mešanic

Sestava	Bek-25	Bek-60
Metabolna energija (MJ/kg)	13,60	12,50
Surove beljakovine (g/kg)	170,0	155,6
Surova vlaknina (g/kg)	35,0	41,4
Surove maščobe (g/kg)	54,7	27,7
Surovi pepel (g/kg)	50,2	49,4
Lizin (g/kg)	1,05	0,90

Skupaj je bilo med aprilom 1999 in decembrom 2000 spitanih in odposlanih v klavnico (Mesarija Hanžekovič) 2189 prašičev. Na liniji klanja je kontrolor službe INSPECT na klavnih trupih izmeril meritvi M (najtanjša debelina podkožnega maščobnega tkiva s kožo na klavni polovici nad srednjo zadnjično mišico, *m. gluteus medius*) in S (najkrajša razdalja med prednjim, kranialnim, koncem srednje zadnjične mišice, *m. gluteus medius*, in zgornjim, dorzalnim, robom hrbtenčnega kanala), maso toplih klavnih polovic ter po enačbi DM5 (Kovač in sod., 1995b) izračunal odstotek pustega mesa. Meritvi S in M sta bili opravljeni na levi klavni polovici. Dan po zakolu je mesar opravil delno disekcijo desne klavne polovice v skladu z navodili za selekcijska opravila (Urbas in sod., 1975; Šalehar in sod., 1980). Delne disekcije sta izmenjavče opravljala dva mesarja. Mesar je od ohlajene klavne polovice s horizontalnim rezom med petim in šestim ledvenim vretencem ločil zadnjo nogo ter ji odstranil nogico (parkelj) in rep. Za tako pripravljeno zadnjo nogo (označeno s poševnimi črtami na

sliki 5) bomo v nadaljevanju uporabljali izraz šunka. Po tehtanju cele šunke, je mesar odstranil kožo s podkožnim maščobnim tkivom. Ločeno so stehtali kožo s podkožno maščobo ter meso z vraščenimi kostmi šunke.



Slika 5: Delni razsek klavne polovice (šunka je predstavljena s poševnimi črtami)

## 3.2 MATERIAL

### 3.2.1 Priprava podatkov

Za ureditev meritev z linije klanja in klavnice ter porekla smo uporabili programski jezik SQL v okviru informacijskega sistema PiggyBank (Drobnč in sod., 1994) Republiške selekcijске službe za prašiče. Ob zbranih meritvah smo pripravili sezono klanja v obliki leto-mesec in izračunali starost ob klanju v dnevih kot razliko med datumom klanja in rojstva. Na podlagi rodovniških številk svinj smo iz tabele s podatki o posamezni živali (ANIMAL) poiškali ušesne številke svinj. S pomoko identifikacijske številke za svinjo (mati) in zaporedne prasitve, ki smo jo na podlagi datuma rojstva pitanca - datuma prasitve pridobili iz tabele s podatki o gnezdih (CYCLE), smo združili brate in sestre po skupinah, ki predstavljajo t.i. skupno okolje v gnezdu. Ker imajo merjasci s testnih postaj, ki so odbrani, opravljen test na prisotnost alele n za SMH, smo lahko iz tabele s podatki o rezultatih preizkušnje na testni postaji (TESTLJU) pridobili genotip merjascev - očetov pitancev. Na podlagi podatkov o merjascu (očetu) in svinji (materi) smo lahko sestavili poreklo. Pri tem smo za dodatne informacije o

prednikih ponovno uporabili tabelo s podatki o posamezni živali (ANIMAL).

### 3.2.2 Lastnosti

Na liniji klanja in dan po klanju so bile izmerjene ali izračunane naslednje lastnosti:

- masa toplih polovic - MTP (kg),
- meritev S - S (mm),
- meritev M - M (mm),
- ocenjeni odstotek mesa - DM (%),
- masa ohlajene šunke - ŠUN (kg),
- masa kože s podkožno maščobo ohlajene šunke - ŠUNF (kg) in
- masa mesa in kosti ohlajene šunke - ŠUNM (kg).

Dodatno smo iz opravljenih meritev izračunali še:

- maso mesa - MM (kg),
- dnevni prirast mase toplih polovic oz. neto dnevni prirast- NDP (g/dan),
- dnevni prirast mesa - DPM (g/dan),
- odstotek ohlajene šunke v topli polovici - %ŠUN (%),
- odstotek kože s podkožno maščobo ohlajene šunke v topli polovici - %ŠUNF (%),
- odstotek mesa in kosti ohlajene šunke v topli polovici - %ŠUNM (%),
- odstotek kože s podkožno maščobo v ohlajeni šunki - ŠUN%F (%) in
- odstotek mesa in kosti v ohlajeni šunki - ŠUN%M (%).

Pri izračunu dnevnih prirastov smo za čas pitanja upoštevali kar starost prašičev, za maso toplih polovic in mesa ob rojstvu pa smo za obe dolčili vrednost 0, ker vrednosti nismo imeli in jih je tudi nemogoče določiti. V nadaljevanju bomo ponekod uporabljali izpisane oznake za lastnosti.

### 3.2.3 Struktura podatkov

V poskusu je bilo spitanih 2189 prašičev. Na podlagi predhodnih analiz smo, zaradi majhnega števila podatkov (12 meritev), izločili meritve pitancev pasme large white. Nadalje smo izločili 14 pitancev, ker so odstopali v starosti ob zakolu (manj kot 160 in več kot 210 dni) in še 5 pitancev, zaradi nezanesljivih podatkov o poreklu in prevelikih odstopanj meritev z linije klanja. Pri preostalih osmih genotipih (tabela 7) se je število živali gibalo med 7 in 763. Ker je bilo pri križancih z linijo 21 majhno število živali, smo le te združili v skupino s križanci z linijo 12. Tako smo zagotovili zadostno število živali za ocenitev vpliva genotipa. Pasma švedska landrace je imela 406 živali linija 12 pa 515. Od tri in štipasemskih križancev je imela skupina križancev med linijo 12 ali 21 in pasmo nemška landrace največ živali (807). Najmanjše število živali (122) smo zabeležili pri križancih med linijama 12 ali 21 in 54. Število svinjk in kastratov je bilo pri vseh genotipih približno enako, skupaj 1118 svinjk in 1040 kastratov (tabela 7). Po izločitvah je ostalo za nadaljnje analize 2158 pitancev.

Tabela 7: Število pitancev skupaj, po genotipih in spolih

Genotip	Pitanci	Svinjke	Kastrati	Genotip <sub>z</sub>	Pitanci <sub>z</sub>	Svinjke <sub>z</sub>	Kastrati <sub>z</sub>
ŠL	406	209	197	ŠL	406	209	197
L12	511	263	248	L12	511	263	248
L12xPI	305	154	151				
L21xPI	7	5	2	L12/L21xPI	312	159	153
L12xNL	763	397	366				
L21xNL	44	23	21	L12/L21xNL	807	420	387
L12xL54	91	49	42				
L21xL54	31	18	13	L12/L21xL54	122	67	55
				Skupaj	2158	1118	1040

z - združeni križanci z linijo 12 in 21, ŠL - švedska landrace, L12 - linija 12 (švedska landrace x large white), L21 - linija 21 (large white x švedska landrace), PI - pietrain, NL - nemška landrace, L54 - linija 54 (nemška landrace x pietrain)

Tabela 8: Število pitancev po merjascih in svinjah

Genotip	Merjasci	Pitanci	Povprečje	Razpon	Svinje	Pitanci	Povprečje	Razpon
ŠL	25	406	16,2	1-32	556	917	1,6	1-6
LW	34	511	15,0	1-31	-	-	-	-
L12	-	-	-	-	645	1159	1,8	1-5
L21	-	-	-	-	52	82	1,6	1-2
PI	25	311	12,5	1-31	-	-	-	-
NL	40	807	20,2	2-35	-	-	-	-
L54	10	122	12,2	1-33	-	-	-	-
Skupaj	134	2158	16,1	1-35	1253	2158	1,7	1-6

ŠL - švedska landrace, LW - large white, L12 - linija 12 (švedska landrace x large white), L21 - linija 21 (large white x švedska landrace), PI - pietrain, NL - nemška landrace, L54 - linija 54 (nemška landrace x pietrain), razpon - razpon med minimalnim in maksimalnim številom pitancev po merjascu/svinji

Pitanci so bili potomci 134 merjascev in 1253 svinj (tabela 8). Merjasci so bili pasem švedska landrace, large white, pietrain in nemška landrace in linije 54, medtem ko so bile svinje le pasme švedska landrace in linije 12 in 21. Število merjascev po genotipih se je gibalo med 10 (linija 54) in 40 (nemška landrace). V povprečju so imeli od 12,2 do 20,2 potomcev z razponom od 1 do 35. Število svinj po genotipih je bilo večje, 52 pri liniji 21, 556 pri pasmi švedska landrace in 645 pri liniji 12. V povprečju so imele svinje od 1,6 do 1,8 potomcev, z razponom od 1 do 6.

Pitanci so bili izbrani iz prvega do enajstega zaporednega gnezda. Več kot polovica (53,7 %) jih je bilo iz prvih treh gnezd in skoraj vsi (92,1 %) iz prvih šestih gnezd. Skupaj je bilo zbranih 1407 gnezd (tabela 9). Iz posameznih gnezd so v poskusu vključili od enega do tri pitance. Večina pitancev (68,49 %) je bila v skupinah skupnega okolja v gnezdu po dva, po en pitanc na skupino pa v 30,67 % primerov. Le 18 pitancev (0,83 %) je predstavljalo skupino skupnega okolja v gnezdu s tremi prašči. Kljub manjšemu številu v prvi skupini (tabela 9), se število svinjk in kastratov ni bistveno razlikovalo glede na število praščev v gnezdu. Prav tako se ni razlikovala zastopanost genotipov.

Tabela 9: Struktura podatkov glede na skupno okolje v gnezdu

Pitancev iz gnezda	Gnezd	Pitanci	Pitanci (%)	Svinjke	Kastrati
1	662	662	30,67	367	295
2	739	1478	68,49	741	737
3	6	18	0,83	10	8
Skupaj	1407	2158	100	1118	1040

Med aprilom 1999 in decembrom 2000 (tabela 10) so spitane prašče poslali v klavnico 89-krat. V povprečju je bilo na dan zaklano 24,3 pitancev. Število zaklanih praščev na dan se je gibalo med 12 in 49. Klali so vse delovne dni, največ ob ponedeljkih in torkih (71,46 %). V letu 2000 so konec tedna (četrtek in petek) klali manj kot v letu 1999. Na mesec so zaklali od 18 do 245 pitancev, največ med mesecem majem in novembrom leta 1999 (tabela 10). V letu 1999 so skupaj zaklali 1410 praščev, v letu 2000 pa manj, 748. Razlik med številom pitancev določenega spola ali genotipa glede na datum zakola ni bilo.

Tabela 10: Število pitancev glede na leto in mesec klanja

Leto \ Mesec	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec	Skupaj
1999	-	-	-	100	62	188	188	185	227	245	131	84	1410
2000	63	100	60	18	42	51	67	60	103	85	51	48	748
Skupaj	63	100	60	118	104	239	255	245	330	330	182	132	2158

Za 94 merjascev, ki so bili očetje 1405 pitancem, smo lahko zbrali podatke o prisotnosti alele n za gen RYR1 (tabela 11). Vsi merjasci pasem švedske landrace in large white so bili negativni homozigoti (NN). Ker je frekvenca alele n pri pasmi švedska landrace na selekcijski farmi Nemčak nizka, lahko sklepamo, da so imeli tudi vsi potomci teh merjascev enak genotip. Nasprotno, noben merjasec pa sme pietrain ni bil negativni homozigot (NN). Pozitivnih homozigotov (nn) je bilo 13, s 109 potomci,

in le eden heterozigot. Pri pasmi nemška landrace so bili prisotni vsi trije genotipi. Največ je bilo heterozigotov (17 merjascev) in najmanj pozitivnih homozigotov (dva merjasca). Vsi merjasci linije 54 so bili heterozigoti. Skupno število pitancev, katerih očetje so imeli znan genotip za gen RYR1, po genotipih je bilo: 801 za NN, 468 za Nn in 136 za nn. Preostalih 40 merjascev ni bilo testiranih in zanje nismo imeli podatkov. Ti so bili očetje 753 pitancem. Ker so bili merjasci pasem pietrain in nemška landrace ter linije 54 pripuščeni z svinjami linije 12 in 21 je frekvenca alele n, s tem pa tudi frekvenca genotipov nn in Nn, pri pitancih manjša, saj imata pasmi švedska landrace in large white na selekcijski farmi Nemščak nižjo frekvenco alele n (Kovač in sod., 2002b).

Tabela 11: Število pitancev in merjascev (v oklepajih) glede na genotip merjascev za gen RYR1 in genotip pitancev

Genotip	NN	Nn	nn	Neznan
ŠL	282 (18)	-	-	124 (7)
L12	327 (25)	-	-	184 (9)
L12/L21xPI	-	20 (1)	109 (13)	183 (11)
L12/L21xNL	192 (8)	326 (17)	27 (2)	262 (13)
L12/L21xL54	-	122 (10)	-	-
Skupaj	801 (51)	468 (28)	136 (15)	753 (40)

ŠL - švedska landrace, L12 - linija 12 (švedska landrace x large white), L21 - linija 21 (large white x švedska landrace), PI - pietrain, NL - nemška landrace, L54 - linija 54 (nemška landrace x pietrain)

### 3.2.4 Poreklo

Pitanci so bili individualno označeni in so imeli znane starše. Na podlagi tega smo lahko sestavili poreklo, v katerega smo vključili vse znane prednike. Genetskih skupin nismo pripravili, ker so bili podatki zbrani v razmeroma kratkem obdobju. Kljub temu smo iz porekla izločili tiste živali, ki niso imele vsaj dveh potomcev skozi vse generacije. Takšne živali namreč ne prinesejo dodatnih informacij pri ocenjevanju komponent variance in napovedovanju plemenskih vrednosti, ampak samo povečujejo število enačb v sistemu s tem pa tudi zahteve po računalniških kapacitetah.

Tako pripravljeno poreklo je skupaj s pitanci in desetimi generacijami prednikov za vse genotipe vsebovalo 6532 živali (tabela 12). Število prednikov je znašalo 4374 (633 merjascev in 3741 svinj) in je padalo iz generacije v generacijo, od 1387 v prvi generaciji prednikov do 1 v deseti. Kar 5809 vseh živali v poreklu je imelo znana oba prednika. Neznanega le očeta ali le mamo je imelo 474 živali. Oba neznana prednika je imelo 249 živali in so kot takšne predstavljale t.i. osnovno populacijo.

Tabela 12: Število živali in struktura porekla

Generacija	Št. živali	Status	Št. živali
Pitanci	2158	Oba prednika znana	5809
1	1387	En prednik neznan	474
2	1046	neznan oče	144
3	811	neznanata mati	330
4	537	Oba prednika neznanata	249
5	306		
6	166		
7	74		
8	35		
9	11		
10	1		
Predniki skupaj*	4374		
Skupaj**	6532		

\* - seštevek za vse generacije prednikov, \*\* - pitanci+predniki

### 3.3 METODE

Pri izboru lastnosti za selekcijo je potrebno upoštevati več dejavnikov. Lastnost mora biti lahko in natančno merljiva ter dedna. Da bi prinesla nov vir informacij, mora biti čim manj povezana z ostalimi lastnostmi v selekcijskem programu. Ker je različne lastnosti med seboj nemogoče primerjati, za vsako ocenimo ekonomsko težo. Na podlagi ekonomskih tež lahko nato sestavimo skupni indeks na katerega odbiramo. Za oceno ekonomskih tež potrebujemo informacije o cenovnih razmerij, le te pa je za določene lastnosti mnogokrat težko izvrednotiti. Zaradi nepoznavanja cenovnih razmerij, smo se odločili, da bomo opravili izbor lastnosti na podlagi podrobne ocene aditivne genetske variance in heritabilitet ter genetskih korelacij med analiziranimi lastnostmi.

#### 3.3.1 Sistematski vplivi

Razvoj sistematskega dela modela smo opravili po metodi najmanjih kvadratov s proceduro GLM v statističnem paketu SAS (SAS Inst. Inc., 2001). Vpliv spola (dva razreda), genotipa (pet razredov) in sezono zakola smo vključili kot sistematske vplive z nivoji. Sezono zakola smo vključili v modele na dva načina: kot leto-mesec (21 razredov) in kot dan (89 razredov) zakola. Zaradi majhnega števila meritev na posamezni dan in klanja smo v nadaljnjih analizah preučili tudi možnost vključitve sezone kot dan in klanja v naključni del modela. Vrednosti za analizirane klavne lastnosti so odvisne od mase toplih polovic, le ta pa je odvisna od mase in starosti ob zakolu. Zaradi tega smo analizirali oba vpliva ločeno: v modele smo vključili le starost ob zakolu (model ST) ali le maso toplih polovic (model MTP) naenkrat ter brez regresije (model B). Zadnje le za neto dnevni prirast in dnevni prirast mesa. Za odstotek mesa in maso mesa vpliva MTP nismo preučili, ker je le ta vključen v sam izračun teh dveh lastnosti. Oba vpliva smo pojasnili z linearima regresijama in s tem analizirali lastnosti pri

180 dneh za starost ob zakolu in pri 80 kg za maso toplih polovic. Vpliv genotipa (merjasca) za gen RYR1 na klavne lastnosti nismo mogli analizirali, zaradi manjkajočih preizkusov merjascev in s tem nepoznavanja pravega genotipa pitancev. S predhodnimi analizami smo ugotovili, da možne interakcije in vgnezdenje regresije niso bile statistično značilne. Sistematske dele modelov za analizirane lastnosti prikazujemo shematsko v tabeli 13, kjer x predstavlja vključitev vpliva v model.

Tabela 13: Sistematski vplivi v modelih\*

Lastnost**	Spol	Genotip	Sezona <sup>+</sup>	Starost <sup>++</sup>	MTP <sup>++</sup>
MTP	x	x	x	x	-
S	x	x	x	x	x
M	x	x	x	x	x
DM	x	x	x	-/x	-
MM	-	x	x	-/x	-
NDP	x	x	x	-	-
DPM	-	x	x	-	-
ŠUN	x	x	x	x	x
ŠUNF	x	x	x	x	x
ŠUNM	x <sup>MTP</sup>	x	x	x	x
%ŠUN	x	x	x	x	x
%ŠUNF	x	x	x	x	x
%ŠUNM	x	x	x	x	x
ŠUN%F	x	x	x	x	x
ŠUN%M	x	x	x	x	x

\* - x predstavlja vključitev vpliva, \*\* - glej stran 27, + - kot leto-mesec ali dan klanja, ++ - kot linearna regresija (le starost ali le masa toplih polovic naenkrat), x<sup>MTP</sup> - le pri modelu z maso toplih polovic (model MTP)

Pri izboru modela smo upoštevali statistično značilnost vpliva (p-vrednost), koeficient determinacije ( $R^2$ ) in število stopinj prostosti za posamezen vpliv in model v celoti. Pri izbranih modelih smo s testom po Kolmogorov-Smirnovu testirali porazdelitev ostankov na normalnost. Razlike med razredi posameznih vplivov smo ocenili z ustreznimi ocenljivimi funkcijami in testirali statistično značilnost razlik z multiplim testom sredin po Scheffeju. V nadaljevanju bomo modele prikazovali le v matrčni obliki.

### 3.3.2 Naključni vplivi in ocenjevanje komponent variance z enolastnostnimi modeli

Naključni del v okviru mešanega modela smo analizirali z metodo omejene največje zanesljivosti (REML) z algoritmom analitičnih gradientov (Neumaier in Groeneveld, 1996) v programu VCE-5 (Kovač in Groeneveld, 2002; Kovač in sod., 2002a). Podatke smo za ta program predhodno pripravili s programom PEST (Groeneveld, 1990; Groeneveld in sod., 1990). Najprej smo z enostavnim modelom živali (1) primerjali ocene komponent variance po modelu ST in modelu MTP ali modelu B za nekatere lastnosti. Poleg ocen komponent variance smo za primerjavo modelov še napovedali plemenke vrednosti z vsakim modelom in izračunali korelacijske koeficiente med njimi. Izračunali smo

klasične korelacijske koeficiente po Pearsonu in po Spearmanu za rang korelacije. Na podlagi ocenjenih korelacijskih koeficientov in napovedanih plemenskih vrednosti smo se odločili, kateri model je primeren za nadaljne analize. Nadalje smo z izbranim enolastnostnim modelom (2) ocenili komponente variance za vpliv sezone kot dan klanja, skupnega okolja v gnezdu in živali oz. plemenske vrednosti.

Enolastnostni modeli predstavljeni v matrični obliki:

$$\mathbf{y} = \mathbf{X}\boldsymbol{\beta} + \mathbf{Z}_a\mathbf{a} + \mathbf{e} \quad \dots (1)$$

$$\mathbf{y} = \mathbf{X}\boldsymbol{\beta} + \mathbf{Z}_s\mathbf{s} + \mathbf{Z}_c\mathbf{c} + \mathbf{Z}_a\mathbf{a} + \mathbf{e} \quad \dots (2)$$

kjer  $\mathbf{y}$  predstavlja vektor meritev za analizirano lastnost,  $\boldsymbol{\beta}$  vektor parametrov za sistematski del modela,  $\mathbf{s}$ ,  $\mathbf{c}$  in  $\mathbf{a}$  vektorji za vpliv sezone kot dan klanja, skupnega okolja v gnezdu in vpliv živali oz. plemenskih vrednosti, s pripadajočimi matrikami dogodkov  $\mathbf{X}$ ,  $\mathbf{Z}_s$ ,  $\mathbf{Z}_c$ ,  $\mathbf{Z}_a$  in  $\mathbf{e}$  nepojasnjeni ostanek. Za dane modele smo predpostavljali, da je pričakovana vrednost modela enaka sistematskemu delu (3). Za fenotipsko varianco ( $\sigma_p^2$ ) smo predpostavili, da se deli na varianco vzročnih komponent: sezone kot dan klanja ( $\sigma_s^2$ ), skupnega okolja v gnezdu ( $\sigma_c^2$ ), živali ( $\sigma_a^2$ ) in nepojasnjene ostanke ( $\sigma_e^2$ ), oziroma le živali in napake za model predstavljen z enačbo 1. Struktura matrik varianc in kovarianc je prikazana od (3) do (8). Matriki  $\mathbf{I}$  in  $\mathbf{A}$  predstavljata identično matriko in matriko sorodstva za vse živali v analizi.

$$\begin{bmatrix} \mathbf{y} \\ \mathbf{s} \\ \mathbf{c} \\ \mathbf{a} \\ \mathbf{e} \end{bmatrix} \sim N \left( \begin{bmatrix} \mathbf{X}\boldsymbol{\beta} \\ \mathbf{0} \\ \mathbf{0} \\ \mathbf{0} \\ \mathbf{0} \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} \mathbf{V} & \mathbf{Z}_s\mathbf{S} & \mathbf{Z}_c\mathbf{C} & \mathbf{Z}_a\mathbf{G} & \mathbf{R} \\ \mathbf{S} & \mathbf{0} & \mathbf{0} & \mathbf{0} & \\ \mathbf{C} & \mathbf{0} & \mathbf{0} & \\ sim. & \mathbf{G} & \mathbf{0} & \\ & & & \mathbf{R} \end{bmatrix} \right) \quad \dots (3)$$

$$var(\mathbf{y}) = \mathbf{V} = \mathbf{Z}_s\mathbf{S}\mathbf{Z}'_s + \mathbf{Z}_c\mathbf{C}\mathbf{Z}'_c + \mathbf{Z}_a\mathbf{G}\mathbf{Z}'_a + \mathbf{R} \quad \dots (4)$$

$$var(\mathbf{s}) = \mathbf{S} = \mathbf{I}_s\sigma_s^2 \quad \dots (5)$$

$$var(\mathbf{c}) = \mathbf{C} = \mathbf{I}_c\sigma_c^2 \quad \dots (6)$$

$$var(\mathbf{a}) = \mathbf{G} = \mathbf{A}\sigma_a^2 \quad \dots (7)$$

$$var(\mathbf{e}) = \mathbf{R} = \mathbf{I}\sigma_e^2 \quad \dots (8)$$

### 3.3.3 Ocenjevanje komponent variance z večlastnostnimi modeli

Na podlagi ocen komponent variance za sezono kot dan klanja, skupno okolje v gnezdu in vpliv živali z enolastnostnimi modeli smo izbrali naključne vplive, ki pomembnejše vplivajo na posamezno

lastnost. Izbrane vplive smo skušali analizirati z včlastnostnim modelom za vse lastnosti skupaj, a zaradi visokih korelacij med posameznimi lastnostmi ni bilo možno korčati optimizacije, sistem ni skonvergiral. Da bi se izognili omenjenim težavam, smo napravili vse možne analize z dvolastnostnimi modeli (9), v katere smo od naključnih vplivov vedno vključili vpliv sezone kot dan klanja, razen pri odstotku mesa, vpliv skupnega okolja v gnezdu le za maso topnih polovic, maso mesa, neto dnevni prirast, dnevni prirast mesa, maso šunke, maso kože s podkožno mašobo in maso mesa in kosti šunke in vpliv živali za vse analizirane lastnosti (tabela 14).

Tabela 14: Naključni vplivi v modelih za dvolastnostne analize\*

Lastnost**	Sezona kot dan klanja	Skupno okolje v gnezdu	Plemenska vrednost
MTP, MM, NDP, DPM, ŠUN, ŠUNF in ŠUNM	x	x	x
S, M, %ŠUN, %ŠUNF, %ŠUNM, ŠUN%F in ŠUN%M	x	-	x
DM	-	-	x

\* - x predstavlja vključitev vpliva, \*\* - glej stran 27

Dvolastnostni model predstavljen v matrični obliki:

$$\mathbf{y} = \mathbf{X}\boldsymbol{\beta} + \mathbf{Z}_s\mathbf{s} + \mathbf{Z}_c\mathbf{c} + \mathbf{Z}_a\mathbf{a} + \mathbf{e} \quad \dots (9)$$

kjer simboli predstavljajo isto kot pri enolastnostnem modelu (2), le da so matrike prikazane v (10) in (11) razdeljene ustrezzo za prvo (indeks 1) in drugo (indeks 2) lastnost.

$$\mathbf{y} = \begin{bmatrix} \mathbf{y}_1 \\ \mathbf{y}_2 \end{bmatrix}, \boldsymbol{\beta} = \begin{bmatrix} \boldsymbol{\beta}_1 \\ \boldsymbol{\beta}_2 \end{bmatrix}, \mathbf{s} = \begin{bmatrix} \mathbf{s}_1 \\ \mathbf{s}_2 \end{bmatrix}, \mathbf{c} = \begin{bmatrix} \mathbf{c}_1 \\ \mathbf{c}_2 \end{bmatrix}, \mathbf{a} = \begin{bmatrix} \mathbf{a}_1 \\ \mathbf{a}_2 \end{bmatrix}, \mathbf{e} = \begin{bmatrix} \mathbf{e}_1 \\ \mathbf{e}_2 \end{bmatrix} \quad \dots (10)$$

$$\mathbf{X} = \begin{bmatrix} \mathbf{X}_1 & \mathbf{0} \\ \mathbf{0} & \mathbf{X}_2 \end{bmatrix}, \mathbf{Z}_s = \begin{bmatrix} \mathbf{Z}_{s1} & \mathbf{0} \\ \mathbf{0} & \mathbf{Z}_{s2} \end{bmatrix}, \mathbf{Z}_c = \begin{bmatrix} \mathbf{Z}_{c1} & \mathbf{0} \\ \mathbf{0} & \mathbf{Z}_{c2} \end{bmatrix}, \mathbf{Z}_a = \begin{bmatrix} \mathbf{Z}_{a1} & \mathbf{0} \\ \mathbf{0} & \mathbf{Z}_{a2} \end{bmatrix} \quad \dots (11)$$

Struktura varianc in kovarianc za dvolastnostni model je predstavljena od (12) do (19). Za dvolastnostni model smo dodatno predpostavljali povezavo (kovarianco) med prvo in drugo lastnostjo znotraj naključnih vplivov (18, 19). Ker so imele živali meritve za vse lastnosti, je matrika komponent variance za nepojasnjeni ostanek ( $\mathbf{R}_0$ ) za vsako živali polna.

$$\begin{bmatrix} \mathbf{y} \\ \mathbf{s} \\ \mathbf{c} \\ \mathbf{a} \\ \mathbf{e} \end{bmatrix} \sim N \left( \begin{bmatrix} \mathbf{X}\boldsymbol{\beta} \\ \mathbf{0} \\ \mathbf{0} \\ \mathbf{0} \\ \mathbf{0} \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} \mathbf{V} & \mathbf{Z}_s\mathbf{S} & \mathbf{Z}_c\mathbf{C} & \mathbf{Z}_a\mathbf{G} & \mathbf{R} \\ \mathbf{S} & \mathbf{0} & \mathbf{0} & \mathbf{0} & \mathbf{0} \\ \mathbf{C} & \mathbf{0} & \mathbf{0} & \mathbf{0} & \mathbf{0} \\ \mathbf{sim.} & \mathbf{G} & \mathbf{0} & \mathbf{0} & \mathbf{R} \end{bmatrix} \right) \quad \dots (12)$$

$$\mathbf{V} = \mathbf{Z}_s \mathbf{S} \mathbf{Z}'_s + \mathbf{Z}_c \mathbf{C} \mathbf{Z}'_c + \mathbf{Z}_a \mathbf{G} \mathbf{Z}'_a + \mathbf{R} \quad \dots (13)$$

$$var(\mathbf{s}) = \mathbf{S} = \mathbf{I}_s \otimes \mathbf{S}_0 \quad \dots (14)$$

$$var(\mathbf{c}) = \mathbf{C} = \mathbf{I}_c \otimes \mathbf{C}_0 \quad \dots (15)$$

$$var(\mathbf{a}) = \mathbf{G} = \mathbf{A} \otimes \mathbf{G}_0 \quad \dots (16)$$

$$var(\mathbf{e}) = \mathbf{R} = \mathbf{I}_r \otimes \mathbf{R}_0 \quad \dots (17)$$

$$\mathbf{S}_0 = \begin{bmatrix} \sigma_{s1}^2 & \sigma_{s1s2} \\ sim. & \sigma_{s2}^2 \end{bmatrix}, \mathbf{C}_0 = \begin{bmatrix} \sigma_{c1}^2 & \sigma_{c1c2} \\ sim. & \sigma_{c2}^2 \end{bmatrix} \quad \dots (18)$$

$$\mathbf{G}_0 = \begin{bmatrix} \sigma_{a1}^2 & \sigma_{a1a2} \\ sim. & \sigma_{a2}^2 \end{bmatrix}, \mathbf{R}_0 = \begin{bmatrix} \sigma_{e1}^2 & \sigma_{e1e2} \\ sim. & \sigma_{e2}^2 \end{bmatrix} \quad \dots (19)$$

V modelih za lastnosti, na katere skupno okolje v gnezdu ni imelo vpliva, se pri dvolastnostni analizi z lastnostjo, ki je pod vplivom skupnega okolja v gnezdu, matrike  $\mathbf{Z}_c$ ,  $\mathbf{c}$  in  $\mathbf{C}_0$  spremenijo (20), pri analizi z lastnostjo, ki tudi ni pod vplivom skupnega okolja v gnezdu, pa izločijo iz sistema. Enako velja za sezono kot dan klanja pri odstotku mesa v klavnem trupu (21).

$$\mathbf{Z}_c = [\mathbf{Z}_{c1}], \mathbf{c} = [\mathbf{c}_1], \mathbf{C}_0 = [\sigma_{c1}^2] \quad \dots (20)$$

$$\mathbf{Z}_s = [\mathbf{Z}_{s1}], s = [s_1], S_0 = [\sigma_{s1}^2] \quad \dots (21)$$

Skupaj smo naredili 105 analiz. Za ocene komponent variance smo izračunali povprečja in razpon med najnižjo in najvišjo oceno. Z razponom smo želeli preveriti kako so se spremenjale vrednosti ocen med različnimi modeli. Analiz s trilastnostnimi modeli ali več nismo naredili, saj bi za trilastnostni model morali narediti 455 analiz za štirlastnostni pa kar 1365. Število možnih analiz lahko izračunamo kot število kombinacij ( $x$ ) reda  $k$  iz množice z  $n$  elementi (22), kjer je  $k$  število lastnosti v večlastnostnem modelu in  $n$  število vseh lastnosti.

$$x = \frac{n!}{n!(n-k)!} \quad \dots (22)$$

## 4 REZULTATI

### 4.1 OPISNE STATISTIKE

Ker so na farmi prodajali pitance glede na trenutne razmere na trgu, so bili pitanci ob koncu preizkusa različno stari in različno težki. Ob zakolu so bili pitanci v povprečju stari 181,3 dni, z razponom od 161 do 203 dni (tabela 15). Klavni trupi so v povprečju tehtali 77,7 kg s standardnim odklonom 8,63 kg in razponom 55 kg med minimalno in maksimalno vrednostjo. Razlika med minimalno in maksimalno starostjo ob klanju je bila znotraj posamezne serije manjša, v povprečju 11,4 dni. Tudi pri masi toplih polovic je bil razpon pri posameznih serijah manjši, v povprečju 29,6 kg. Starost ob zakolu je med serijami na liniji klanja v povprečju nihala med 170 in 200 dnevi, masa toplih polovic pa med 76 in 86 kg (slika 6).

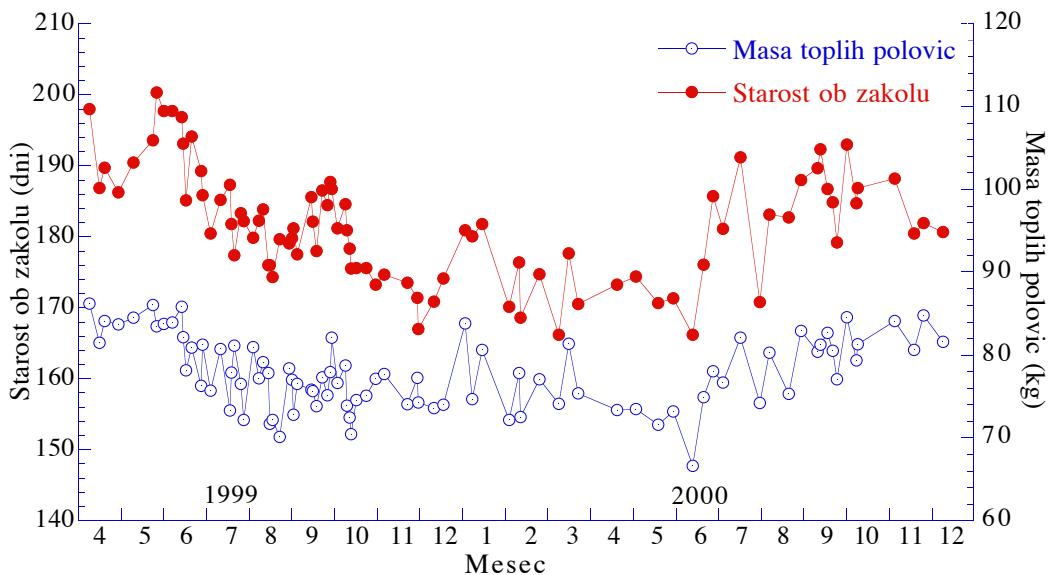
Na liniji klanja so v povprečju namerili 15,7 mm pri meritvi S in 68,7 mm pri meritvi M (tabela 15). S 56,0 % mesa v klavnih polovicah so prašči do zakola v povprečju prirasli za 43,5 kg mesa. Standardni odklon za odstotek mesa in maso mesa je znašal 3,86 % in 4,94 kg. Minimalna in maksimalna vrednost pri odstotku mesa sta se razlikovali za kar 23,0 %, pri masi mesa pa 33,5 kg. V času od rojstva do zakola so pitanci dosegli 429 g/dan neto dnevnega prirasta toplih klavnih polovic, za meso pa 240 g/dan.

Tabela 15: Opisne statistike (N=2158)

Lastnost	$\bar{x}$	SD	Min	Max	Razpon
Starost (dni)	181,3	8,59	161	203	44
Masa toplih polovic (kg)	77,7	8,63	51	106	55
Meritve S (mm)	15,7	4,51	4	33	29
Meritve M (mm)	68,7	6,10	50	87	37
Odstotek mesa (%)	56,0	3,86	46,2	69,2	23,0
Masa mesa (kg)	43,5	4,94	28,1	61,6	33,5
Neto dnevni prirast (g/dan)	429	44,2	277	576	299
Dnevni prirast mesa (g/dan)	240	25,9	154	326	172
Masa šunke (kg)	11,66	1,317	7,71	16,19	8,48
Masa podkožne maščobe s kožo šunke (kg)	1,94	0,515	0,52	3,98	3,46
Masa mesa in kosti šunke (kg)	9,73	1,100	6,42	13,29	6,87
Odstotek šunke v topli polovici (%)	30,1	1,84	21,1	38,7	17,6
Odstotek podkožne maščobe s kožo šunke v topli polovici (%)	5,0	1,10	1,8	9,2	7,4
Odstotek mesa in kosti šunke v topli polovici (%)	25,1	2,01	17,7	35,1	17,4
Odstotek podkožne maščobe s kožo v šunki (%)	16,5	3,64	6,1	29,2	23,1
Odstotek mesa in kosti v šunki (%)	83,5	3,64	70,9	93,9	23,0

N - število meritev,  $\bar{x}$  - povprečje, SD - standardni odklon, Razpon - razlika med maksimumom in minimumom

Pripravljeni šunke so v povprečju tehtale 11,66 kg, pri čemer je na kožo s podkožno maščobo odpadlo 1,94 kg. Tako je bila masa mesa in kosti šunke v povprečju 9,73 kg. Maksimalna masa šunke je bila



Slika 6: Povprečna starost ob zakolu in masa toplih polovic po datumih klanja

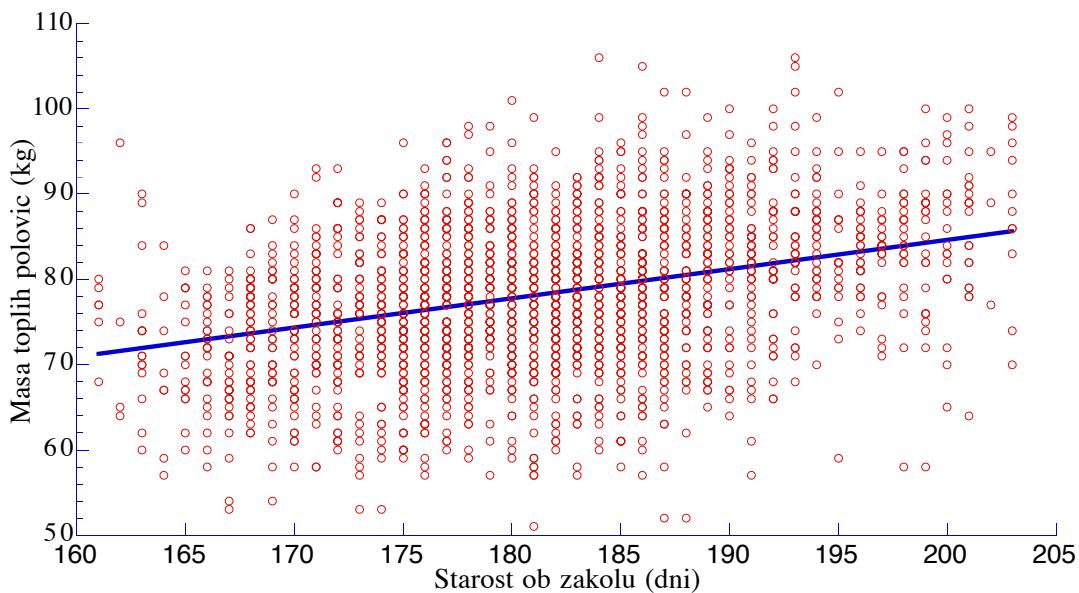
16,19 kg, minimalna pa 7,71 kg. Šunka je v povprečju predstavljala 30,1 % mase tople polovice. Minimalna in maksimalna vrednost za odstotek šunke v topeli polovici sta bili 21,1 % in 38,7 %. Maščoba s kožo šunke je v topeli polovici v povprečju predstavljala 5,0 %, meso in kosti šunke pa 25,1 %. Odstotek teh dveh komponent (maščoba s kožo in meso s kostmi) v šunki je v povprečju znašal 16,5 % in 83,5 %, kar je približno 1/6 in 5/6 v korist mesa in kosti. Povprečja in standardne odklone za analizirane lastnosti ločeno po spolu in genotipu smo podali v prilogi A1 in A2.

## 4.2 SISTEMATSKI VPLIVI

### 4.2.1 Starost in masa toplih polovic ob zakolu

Pitanci iz poskusa niso bili enako stari in težki ob zakolu. V povprečju so bili stari 181,3 dni, z minimumom 161 in maksimumom 203 dni, medtem ko je bila povprečna masa toplih polovic 77,7 kg z razponom med 51 in 106 kg (tabela 15). Prirast mase toplih polovic je bil za analiziran interval starosti linearen z velikimi odstopanjimi na celiem intervalu (slika 7). Zaradi razlik v starosti ob zakolu in masi toplih polovic med posameznimi pitanci ter avtokorelacije omenjenih spremenljivk, smo v modele za klavne lastnosti enkrat vključili le starost ob zakolu (model ST) in drugič le maso toplih polovic (model MTP). Oba vpliva smo opisali z linearno regresijo. Na ta način smo želeli korigirati razlike, ki so bile povzročene z različno starostjo ob zakolu in maso toplih polovic. Povsem pravilna in normalna je razlika v npr. masi šunke pri pitancu z maso toplih polovic 51 kg in 106 kg. Pitanci z večjo maso toplih polovic, bo najverjetneje imel tudi večjo maso šunke in to je v modelu za napoved plemenskih vrednosti potrebno upoštevati. Enako velja tudi za starost ob zakolu.

Za samo maso toplih polovic kot lastnost smo seveda analizirali le vpliv starosti ob zakolu (model ST). Prav tako nismo uporabili modela MTP za odstotek mesa, saj je masa toplih polovic že vključena v



Slika 7: Vpliv starosti ob zakolu na maso toplih polovic

izračun odstotka mesa na liniji klanja (Kovač in sod., 1995b) in bi kot tako tudi povzročala avtokorelacijo med lastnostjo in vplivom v modelu. Za odstotek mesa smo uporabili modela ST in B, da smo lahko preverili vpliv starosti ob zakolu. Enako smo storili za maso mesa. Mase toplih polovic in starosti ob zakolu nismo vključili v modele za neto dnevni prirast in dnevni prirast mesa, ker sta ti dve lastnosti deloma izračunani iz teh dveh vplivov.

S starostjo so odstotek mesa, odstotek šunke v topri polovici, odstotek mesa in kosti šunke v topri polovici in odstotek mesa in kosti v šunki značilno padali z od -0,02 do -0,04 % na dan, medtem ko so vrednosti za ostale klavne lastnosti s starostjo ob zakolu naraščale (tabela 16). Delež variance pojasnjen samo z vplivom starosti ob zakolu je bil majhen: od 0,0012 za odstotek mesa do 0,0462 za maso toplih polovic. Z modelom ST smo skupaj pojasnili od 15,43 % variance za meritev M do 41,17 % za maso kože s podkožno maščobo šunke (tabela 16).

Tako kot s starostjo, se je z večjo maso toplih polovic zmanjševal odstotek šunke v topri polovici, odstotek mesa in kosti šunke v topri polovici in odstotek mesa in kosti v šunki, medtem ko pri modelu za odstotek mesa nismo analizirali tega vpliva. V modelu MTP je bil delež variance pojasnjen z regresijo večji, še posebej pri masi šunke, masi kože s podkožno maščobo šunke, masi mesa in kosti šunke ter pri meritvah S in M. Z vplivom mase toplih polovic smo pojasnili od 1,00 do 56,65 % razlik med posameznimi pitanci, s celotnimi modeli pa od 34,41 do kar 82,62 % (tabela 16). Pri modelu MTP je bil delež pojasnjene variance večji za vse lastnosti.

Da masa toplih polovic pojasni več variance kot starost ob zakolu, je razvidno tudi iz povezave z maso šunke na sliki 8 (zgoraj). Masa šunke je bila manj variabilna za posamezno maso toplih polovic kot starost ob zakolu in je bolj strmo naraščala. Enako smo opazili pri masi kože s podkožno maščobo šunke, masi mesa in kosti šunke ter pri meritvi S in M. Pri ostalih lastnostih ni bilo tako velikih razlik med modeloma. Kot primer predstavljamo odstotek kože s podkožno maščobo v šunki na

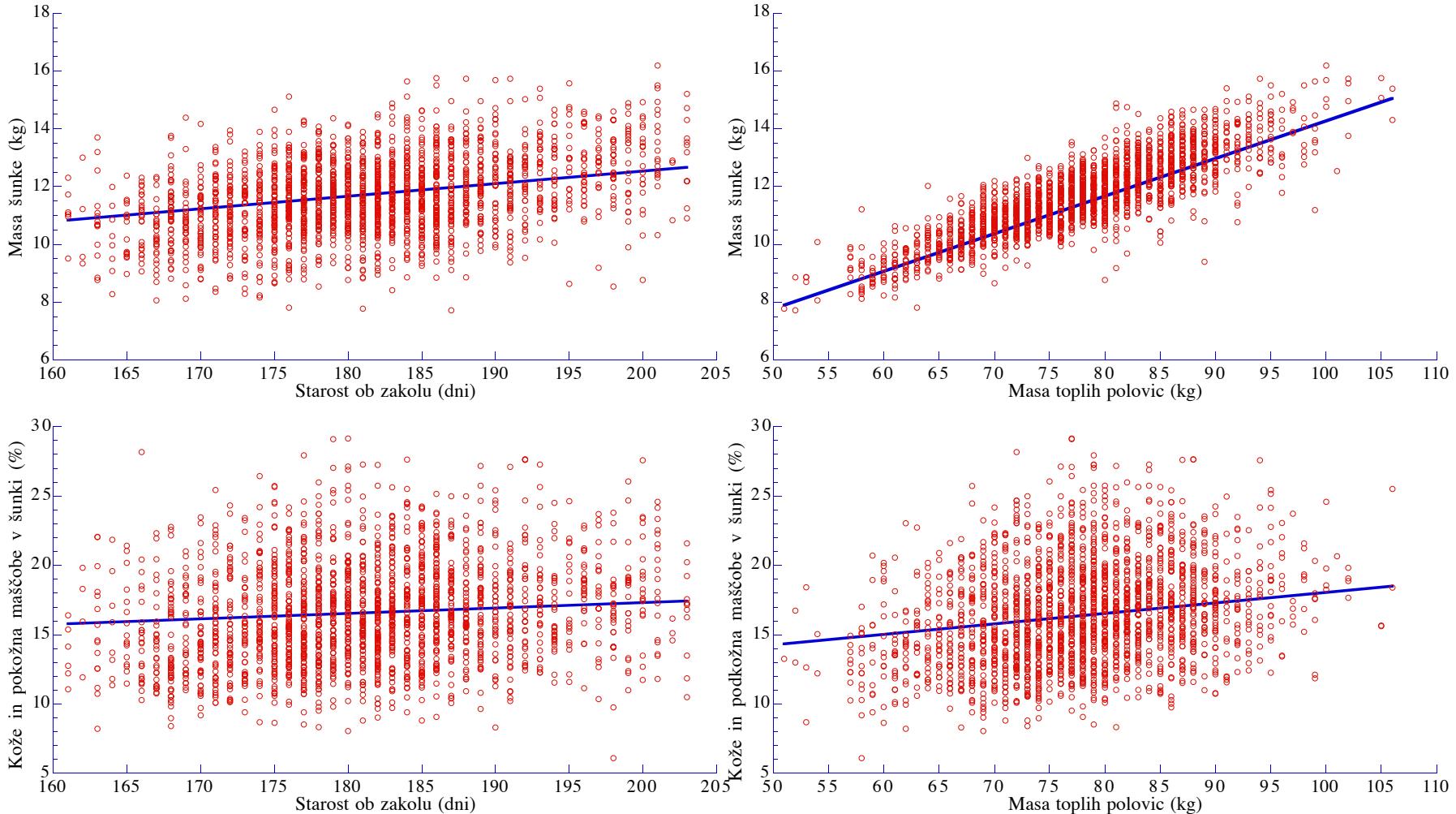
Tabela 16: Ocene regresijskih koeficientov za vpliv starosti ob zakolu ( $p<0,0001$ ) ali mase toplih polovic ( $p<0,0001$ ) in delež pojasnjene variance po modelu s starostjo ob zakolu (ST) ali maso toplih polovic (MTP) in brez regresije za nekatere lastnosti

Lastnost*	Model ST			Model MTP		
	$b_{ST}$	$\Delta R^2_{ST}$	$R^2_{skupaj}$	$b_{MTP}$	$\Delta R^2_{MTP}$	$R^2_{skupaj}$
MTP (kg)	0,34±0,03	0,0462	0,2711	-	-	-
S (mm)	0,06±0,02	0,0047	0,2566	0,20±0,01	0,1085	0,3604
M (mm)	0,12±0,02	0,0126	0,1543	0,36±0,01	0,2024	0,3441
DM (%)	-0,03±0,01	0,0012	0,2911	-	-	0,2899 <sup>+</sup>
MM (kg)	0,17±0,02	0,0348	0,2040	-	-	0,1692 <sup>+</sup>
NDP (g/dan)	-	-	0,1507 <sup>+</sup>	-	-	-
DPM (g/dan)	-	-	0,1108 <sup>+</sup>	-	-	-
ŠUN (kg)	0,04±0,004	0,0324	0,2922	0,13±0,002	0,5665	0,8262
ŠUNF (kg)	0,01±0,002	0,0153	0,4117	0,03±0,001	0,1906	0,5870
ŠUNM (kg)	0,03±0,004	0,0248	0,2379	0,10±0,002	0,4848	0,6980
%ŠUN (%)	-0,02±0,006	0,0027	0,3843	-0,05±0,004	0,0446	0,4262
%ŠUNF (%)	0,01±0,003	0,0023	0,4016	0,01±0,002	0,0100	0,4093
%ŠUNM (%)	-0,03±0,006	0,0049	0,3587	-0,07±0,004	0,0607	0,4146
ŠUN%F (%)	0,04±0,01	0,0036	0,3768	0,08±0,008	0,0252	0,3983
ŠUN%M (%)	-0,04±0,01	0,0036	0,3768	-0,08±0,008	0,0272	0,3983

\* - glej stran 27,  $R^2_{skupaj}$  - delež pojasnjene variabilnosti z modelom,  $\Delta R^2_{ST/MTP}$  - delež pojasnjene variabilnosti z regresijo starosti ob zakolu / mase toplih polovic,  $b_{ST/MTP}$  - ocena regresijskega koeficiente za starost ob zakolu / maso toplih polovic, + - model brez regresije (model B)

sliki 8 (spodaj), kjer je razvidno, da tako masa toplih polovic kot starost ob zakolu slabo pojasnjujeta razlike, čeprav je pri masi toplih polovic povečevanje odstotka kože s podkožno maščobo bolj opazno.

Na odstotek mesa starost ob zakolu ni imela večjega vpliva. Pojasnjen delež variance s tem vplivom je znašal le 0,0012, regresijski koeficient pa -0,03 (tabela 16). Pri prirastu mesa (masa mesa) je starost imela večji vpliv, z modelom ST smo pojasnili 20,40 % variance. Masa mesa je z višjo starostjo ob zakolu naraščala z 0,17 kg/dan. Pri neto dnevnemu prirastu in dnevnemu prirastu mesa smo z modelom B uspeli pojasniti 15,07 in 11,08 % variance.



Slika 8: Vpliv starosti ob zakolu (levo) in mase topnih polovic (desno) na maso šunke (zgoraj) in odstotek kože s podkožno maščobo v šunki (spodaj)

#### 4.2.2 Spol

Spol je značilno ( $p<0,05$ , tabela 17) vplival na vse klavne lastnosti razen na maso mesa, dnevni prirast mesa ter maso mesa in kosti šunke. Za zadnjo lastnost spol ni bil značilen le pri modelu MTP. Kastrati so bili po modelu ST, to je pri isti starosti (180 dni), v povprečju težji od svinjk za 4,32 kg, imeli debelejšo meritev S, tanjšo meritev M ter manjši odstotek mesa za 2,73 % (tabela 17). Imeli so tudi večjo maso šunke, maso kože s podkožno mašcobo šunke, odstotek kože s podkožno mašcobo šunke v topli polovici in odstotek kože s podkožno mašcobo v šunki. Ker so bili kastrati težji, a bolj zamaščeni, razlike v masi mesa in dnevnu prirastu mesa nista bili značilni (tabela 17). Razlika v masi šunke (0,37 kg) med kastrati in svinjkami pri starosti 180 dni je bila predvsem zaradi večje mase kože s podkožno mašcobo šunke pri kastratih (0,33 kg), medtem ko ni bilo značilnih razlik ( $p=0,2750$ ) v masi mesa in kosti.

Tabela 17: Razlike med svinjkami in kastrati po modelu s starostjo (ST) ob zakolu ali maso toplih polovic (MTP) ali brez regresije za nekatere lastnosti

Lastnost*	Model ST		Model MTP	
	Razlika	p-vrednost	Razlika	p-vrednost
MTP (kg)	-4,32±0,32	<0,0001	-	-
S (mm)	-3,20±0,17	<0,0001	-2,36±0,16	<0,0001
M (mm)	0,98±0,24	<0,0001	2,53±0,22	<0,0001
DM (%)	2,73±0,14	<0,0001	2,71±0,14 <sup>+</sup>	<0,0001 <sup>+</sup>
MM (kg)	-	0,1391	-	0,1973 <sup>+</sup>
NDP (g/dan)	-23,9±1,8 <sup>+</sup>	<0,0001 <sup>+</sup>	-	-
DPM (g/dan)	-	0,1132 <sup>+</sup>	-	-
ŠUN (kg)	-0,37±0,05	<0,0001	0,19±0,02	<0,0001
ŠUNF (kg)	-0,33±0,02	<0,0001	-0,20±0,01	<0,0001
ŠUNM (kg)	-	0,2750	0,39±0,03	<0,0001
% ŠUN (%)	0,71±0,06	<0,0001	0,49±0,06	<0,0001
% ŠUNF (%)	-0,57±0,04	<0,0001	-0,51±0,04	<0,0001
% ŠUNM (%)	1,28±0,07	<0,0001	1,00±0,07	<0,0001
ŠUN%F (%)	-2,29±0,12	<0,0001	-1,96±0,13	<0,0001
ŠUN%M (%)	2,29±0,12	<0,0001	1,06±0,13	<0,0001

\* - glej stran 27, Razlika = ocena za svinjke - ocena za kastrate, + - model brez regresije (model B)

Pri masi 80 kg oz. po modelu MTP so bile razlike v večini primerov manjše in imele enak predznak (tabela 17). Večjih razlik za vpliv spola med modeloma ni bilo le pri odstotku mesa, medtem ko so pri drugih lastnostih bile razlike tudi enkratne in več. Razlog je razlika v povprečni masi svinjk in kastratov (priloga A1). Kastrati so imeli v povprečju težje polovice (79,9 kg proti 75,7 kg) in bili skoraj enako stari kot svinjke (181,2 dni proti 181,5 dni). Pri korekciji na maso se tako razlika med spoloma zmanjša.

Kastrati so imeli pri isti starosti za 0,37 kg težje šunke, pri isti masi pa obratno, svinjke več kot kastrati za 0,19 kg. Pri isti masi je vpliv spola imel značilen vpliv ( $p<0,0001$ ) na maso mesa in kosti

šunke (tabela 17). Svinjke so imele za 0,39 kg več mesa in kosti v šunki kot kastrati. Za neto dnevni prirast smo uporabili model B in ocenili, da so imeli kastrati večje dnevne neto priraste za 23,90 g/dan (tabela 17). Na dnevni prirast mesa spol ni imel značilnega vpliva.

#### 4.2.3 Genotip

Vpliv genotipa smo v modelu pojasnili s petimi skupinami: pasma švedska landrace, linija 12, križanci med svinjami linije 12 ali 21 in merjasci pasem nemška landrace in pietrain ter njunimi križanci, to je linijo 54. Povprečja s standardnimi napakami po modelih podajamo v tabeli 18, razlike med genotipi s pripadajočimi p-vrednostmi pa v prilogah B1-B.14. Na splošno so bili najbolj mesnati pitanci iz križanja med linijo 12 ali 21 in pasmo pietrain (L12/L21xPI). Na drugi strani so bili v vseh pogledih najbolj zamaščeni pitanci iz križanja med linijo 12 ali 21 in pasmo nemško landrace (L12/L21xNL). Vmes so od bolj proti manj mesnatim sledili linija 12, pasma švedska landrace in križanci med linijo 12 ali 21 in linijo 54 (L12/L21xL54).

Največjo maso toplih polovic so imeli križanci linije 12 s povprečjem 80,6 kg, sledili pa so križanci L12/L21xL54 z 78,8 kg, pasma švedska landrace z 78,6 kg, križanci L12/L21xNL 77,5 kg in L12/L21xL54 z 76,0 kg (tabela 18). Ker razlike med genotipi v starosti večinoma niso bile velike (priloga A2), so imeli pitanci linije 12 tudi največji neto dnevni prirast (445,1 g), a ne statistično značilno večjega od križancev L12/L21xL54 in L12/L21xNL (tabela 18). Najmanjši neto dnevni prirast so pričakovano imeli križanci L12/L21xPI (420,2 g/dan). Linija 12 je imela tudi največji dnevni (250,2 g/dan) in skupni (45,2 kg) prirast mesa (tabela 18), a razlici v primerjavi s križanci L12/L21xPI in L12/L21xL54 nista bili statistično značilni. Najmanjši dnevni in skupni prirast mesa so imeli križanci L12/L21xNL z 232,6 g/dan in 42,1 kg mesa.

Pri starosti ob zakolu 180 dni so imeli najtežje šunke (tabela 18) pitanci linije 12 (11,81 kg), križanci L12/L21xL54 (11,71 kg) in L12/L21xPI (11,68 kg) pri čemer ni bilo značilnih razlik med temi genotipi. Najlažje so bile šunke križancev L12/L21xNL, ki so v povprečju tehtale 11,39 kg. Pri modelu z maso toplih polovic so najtežje šunke imeli križanci L12/L21xPI z 11,91 kg, najmanj pa križanci L12/L21xL54 z 11,43 kg. Sestava šunke kakor tudi delež šunke in njenih delov v polovici je bila najbolj ugodna pri križancih L12/L21xPI in liniji 12, najslabša pa pri križancih L12/L21xL55 (tabela 18).

Tako velikih razlik med ocenami pri isti starosti ob zakolu oziroma isti masi toplih polovic, kot pri vplivu spola nismo opazili, ker so bile razlike med genotipi, tako v povprečni starosti ob zakolu kot v masi toplih polovic, manjše. Največje razlike med modeloma smo opazili le pri masi šunke, ko se je celo spremenil vrstni red od najboljšega proti najslabšemu genotipu, kar smo že omenili.

Tabela 18: Ocene srednjih vrednosti s standardnimi napakami po genotipih pri modelu s starostjo ob zakolu (ST) ali maso toplih polovic (MTP) in brez regresije (B) za nekatere lastnosti

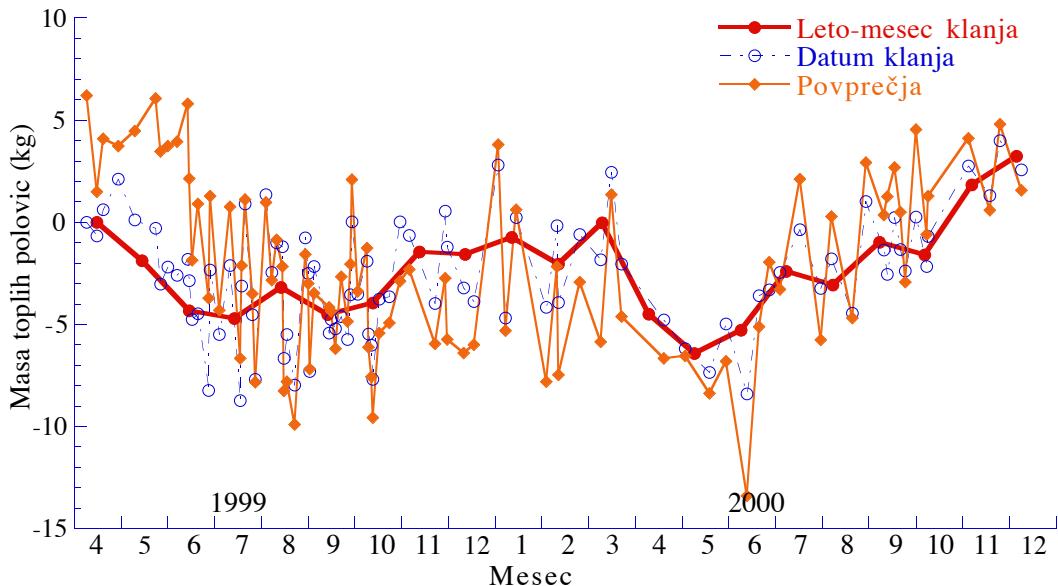
Lastnost*	Model	ŠL	L12	L12/L21xPI	L12/L21xNL	L12/L21xL54
MTP (kg)	ST	78,6±0,40	80,6±0,38	76,0±0,46	77,5±0,29	78,8±0,73
S (mm)	ST	15,1±0,21	15,4±0,20	13,6±0,24	17,3±0,15	16,2±0,38
	MTP	15,0±0,20	14,9±0,19	14,0±0,23	17,4±0,14	16,0±0,36
M (mm)	ST	69,1±0,31	70,0±0,29	72,5±0,36	66,9±0,22	69,0±0,56
	MTP	68,8±0,27	69,0±0,26	73,1±0,31	67,0±0,20	68,6±0,49
DM (%)	ST	56,3±0,18	56,3±0,17	58,9±0,21	54,4±0,13	55,6±0,32
	B	56,3±0,18	56,3±0,17	59,0±0,20	54,5±0,13	55,6±0,32
MM (kg)	ST	44,2±0,24	45,2±0,23	44,7±0,28	42,1±0,17	43,7±0,43
	B	44,0±0,24	45,0±0,23	44,4±0,28	42,1±0,18	43,7±0,44
NDP (g/dan)	B	434,3±2,2	445,1±2,1	420,2±2,6	427,7±1,6	435,0±4,0
DPM (g/dan)	B	244,1±1,3	250,2±1,3	247,2±1,5	232,6±1,0	241,3±2,4
ŠUN (kg)	ST	11,56±0,06	11,81±0,06	11,68±0,07	11,39±0,04	11,71±0,11
	MTP	11,44±0,03	11,44±0,03	11,91±0,03	11,43±0,02	11,57±0,05
ŠUNF (kg)	ST	1,82±0,02	1,86±0,02	1,64±0,02	2,06±0,02	1,99±0,04
	MTP	1,80±0,02	1,77±0,02	1,69±0,02	2,07±0,013	1,96±0,03
ŠUNM (kg)	ST	9,73±0,05	9,95±0,05	10,04±0,06	9,33±0,04	9,72±0,10
	MTP	9,64±0,03	9,67±0,03	10,21±0,04	9,35±0,024	9,61±0,06
%ŠUN (%)	ST	29,4±0,08	29,3±0,08	30,8±0,09	29,4±0,06	29,7±0,14
	MTP	29,5±0,08	29,5±0,07	30,7±0,09	29,4±0,05	29,8±0,14
%ŠUNF (%)	ST	4,6±0,05	4,6±0,04	4,3±0,05	5,3±0,03	5,0±0,08
	MTP	4,6±0,04	4,5±0,04	4,3±0,05	5,3±0,03	5,0±0,08
%ŠUNM (%)	ST	24,8±0,09	24,8±0,08	26,5±0,10	24,1±0,06	24,7±0,16
	MTP	24,9±0,08	25,0±0,08	26,4±0,10	24,1±0,06	24,8±0,15
ŠUN%F (%)	ST	15,7±0,16	15,6±0,15	14,0±0,18	18,0±0,11	16,9±0,28
	MTP	15,6±0,15	15,4±0,15	14,1±0,18	18,0±0,11	16,8±0,28
ŠUN%M (%)	ST	84,3±0,16	84,4±0,15	86,0±0,18	82,0±0,11	83,1±0,28
	MTP	84,4±0,15	84,6±0,15	85,9±0,18	82,0±0,11	83,2±0,28

\* - glej stran 27, ŠL - švedska landrace, L12 - linija 12 (švedska landrace x large white), L21 - linija 21 (large white x švedska landrace), PI - pietrain, NL - nemška landrace, L54 - linija 54 (nemška landrace x pietrain)

#### 4.2.4 Sezona

Sezono klanja smo poskusili vključiti v model na dva načina, kot leto-mesec ali dan. Za oba pristopa smo se odločili, ker je bilo število meritev za posamezne dni klanja majhno; od 12 do 49 meritev na dan. Z majhnim številom meritev na posamezen razred (leto-mesec ali dan) je namreč ocena manj zanesljiva in lahko zgolj zaradi majhnega vzorca predstavlja le naključno odstopanje. V obeh primerih ta vpliv pojasnjuje razlike med posameznimi obdobjji poskusa. Pri sezoni kot leto-mesec so bila ta obdobja daljša in tako lahko pojasnjevala manj razlik kot sezona v obliki dneva klanja.

Za vse analizirane lastnosti smo na podlagi primerjave srednjih vrednosti in ocen srednjih vrednosti po modelu ugotovili, da sezona kot leto-mesec pojasnjuje splošen trend sprememb, medtem ko sezona kot dan klanja pojasnjuje naključna dnevna nihanja okoli tega trenda (slika 9). Za nadaljnje analize



Slika 9: Vpliv sezone klanja kot leto-mesec ali dan na maso toplih polovic

smo se odločili obdržati sezono kot leto-mesec v sistematskem delu modela, sezono kot dan klanja pa, zaradi majhnega števila opazovanj po razredih in naključnega odstopanja od splošnega trenda, vključiti v naključni del modela.

#### 4.3 PRIMERJAVA MODELOV S STAROSTJO OB ZAKOLU ALI Z MASO TOPLIH POLOVIC

Da bi se lahko odločili, kateri model (s starostjo ali z maso toplih polovic) je bolj primeren za napovedovanje plemenskih vrednosti, smo z enostavnim modelom živali (1), ki je od naključnih vplivov vključeval le aditivni genetski vpliv in naključni ostanek, ocenili komponente variance po modelu ST in modelu MTP. Pri odstotku mesa in masi mesa smo uporabili model ST in B, medtem ko pri neto dnevnemu prirastu in dnevnemu prirastu mesa nismo uporabili regresij in tako ni bilo primerjav. Na tem mestu nas niso zanimali toliko vrednosti ocen posameznih komponent variance in njihovih deležev, ampak razlike v ocenah med modeli.

Vrednosti ocen za fenotipsko varianco so bile s korekcijo na starost ob zakolu (model ST) večje kot po modelu s korekcijo na maso toplih polovic (model MTP) za vse analizirane lastnosti (tabela 19). Enako smo zasledili tudi pri ocenah za aditivno genetsko varianco in varianci za ostanke. Pri lastnostih, na katere je imela masa toplih polovic velik vpliv smo opazili znatne razlike med vsemi ocenami komponent variance. To so bile lastnosti: meritev S in M, masa šunke, masa kože s podkožno maščobo na šunki in maso mesa in kosti šunke (tabela 16 in 19). Pri odstotku mesa ni bilo razlik v ocenah po modelu s starostjo ob zakolu ali brez regresije. Pri masi mesa smo našli manjše vrednosti za ocene vseh komponent variance po modelu ST v primerjavi z modelom B.

Tabela 19: Ocene komponent variance in korelacije med plemenskimi vrednostmi po modelu s starostjo ob zakolu (ST), maso toplih polovic (MTP) in brez regresije za nekatere lastnosti

Lastnost*	Model ST				Model MTP				Koreracije	
	$\sigma_p^2$	$\sigma_a^2$	$\sigma_e^2$	$h^2$	$\sigma_p^2$	$\sigma_a^2$	$\sigma_e^2$	$h^2$	$r_{Pearson}$	$r_{Spearman}$
MTP	56,40±0,41	18,29±0,32	38,11±0,26	0,32±0,04	-	-	-	-	-	-
S	15,54±0,23	6,56±0,18	8,98±0,14	0,42±0,04	13,34±0,19	6,00±0,15	7,34±0,11	0,45±0,04	0,94	0,92
M	32,11±0,32	13,00±0,25	19,11±0,20	0,41±0,04	24,87±0,25	10,30±0,20	14,57±0,15	0,41±0,04	0,91	0,88
DM	10,75±0,18	5,00±0,14	5,75±0,11	0,46±0,04	10,78±0,18 <sup>+</sup>	5,02±0,14	5,76±0,11	0,46±0,04	0,98	0,98
MM	20,04±0,26	7,71±0,21	12,33±0,16	0,38±0,04	20,95±0,28 <sup>+</sup>	8,17±0,22	12,78±0,17	0,39±0,04	0,69	0,64
NDP <sup>+</sup>	1722,9±2,4	559,8±1,9	1163,0±1,5	0,32±0,04	-	-	-	-	-	-
DPM <sup>+</sup>	613,8±1,5	234,6±1,2	379,1±0,9	0,38±0,04	-	-	-	-	-	-
ŠUN	1,278±0,067	0,484±0,053	0,794±0,041	0,38±0,05	0,307±0,013	0,099±0,010	0,208±0,008	0,32±0,04	0,53	0,50
ŠUNF	0,162±0,021	0,071±0,017	0,091±0,013	0,44±0,05	0,113±0,014	0,053±0,012	0,060±0,087	0,47±0,04	0,86	0,83
ŠUNM	0,957±0,058	0,399±0,046	0,558±0,035	0,42±0,05	0,372±0,019	0,153±0,015	0,219±0,012	0,41±0,04	0,68	0,64
%ŠUN	2,13±0,06	0,64±0,04	1,49±0,04	0,30±0,04	1,99±0,06	0,64±0,04	1,35±0,04	0,32±0,04	0,96	0,95
%ŠUNF	0,75±0,05	0,36±0,04	0,39±0,03	0,48±0,05	0,73±0,05	0,35±0,04	0,38±0,03	0,48±0,04	0,99	0,99
%ŠUNM	2,64±0,08	1,04±0,06	1,60±0,05	0,39±0,04	2,41±0,07	1,02±0,06	1,39±0,04	0,42±0,04	0,96	0,93
ŠUN%F	8,48±0,15	4,09±0,12	4,39±0,09	0,48±0,04	8,18±0,15	4,02±0,12	4,16±0,09	0,49±0,04	0,98	0,98
ŠUN%M	8,48±0,15	4,09±0,12	4,39±0,09	0,48±0,04	8,18±0,15	4,02±0,12	4,16±0,09	0,49±0,04	0,98	0,98

\* - glej stran 27, + - brez regresije,  $\sigma_p^2$  - fenotipska varianca,  $\sigma_a^2$  - aditivna genetska varianca,  $\sigma_e^2$  - varianca nepojasnjениh ostankov,  $h^2$  - heritabiliteta,  $r_{Pearson}$  - korelacijski koeficient po Pearsonu,  $r_{Spearman}$  - rang korelacijski koeficient po Spearmanu

Rezultat je pričakovan, saj je masa mesa odvisna od starosti. Z modelom s starostjo ob zakolu namreč pojasnimo razlike povzročenih z različno starostjo in hkrati s tem zmanjšamo fenotipsko varianco. Pri odstotku mesa ni bilo značilnih razlik med ocenami po modelu s starostjo ob zakolu ali brez regresije. Kljub razlikam v ocenah posameznih komponent variance po obeh modelih, večjih razlik med heritabilitami nismo našli pri nobeni lastnosti (tabela 19).

Korelacijski koeficienti med napovedanimi plemenskimi vrednostmi po obeh modelih so se gibali med 0,53 in 0,99 (tabela 19). Podoben razpon (od 0,50 do 0,99) so imeli tudi rang korelacijski koeficienti po Spearmanu. Za vse lastnosti, razen maso mesa, maso šunke, maso kože s podkožno maščobo šunke in maso mesa in kosti šunke, so korelacijski koeficienti dosegali vrednosti nad 0,91 za oba tipa korelacij.

Za odstotek mesa sta ova dve tipi korelacijskih koeficientov dosegla vrednost 0,98, in s tem potrdila, da ni razlik med modelom ST in B. Zaradi visoke korelacije in enakih ocen komponent variance po obeh modelih, smo za odstotek mesa izbrali bolj enostavnega, model B. Pri masi mesa je znašal korelacijski koeficient med napovedmi plemenskimi vrednostmi po modelu ST in B le 0,69 oz. 0,64 za rang korelacije (tabela 19), kar je nakazovalo, da modela nista enakovredna. Ker je v izračun mase mesa vključena masa toplih polovic, le ta pa je odvisna od starosti ob zakolu, smo se za nadaljnje analize mase mesa odločili uporabiti model s starostjo ob zakolu. Nizki korelacijski koeficienti so bili tudi pri masi šunke (0,53 in 0,50), kože s podkožno maščobo šunke (0,86 in 0,83) in mesa in kosti šunke (0,68 in 0,64), kar je ponovno nakazovalo, da modela nista enakovredna.

Kot ponazoritev uporabe modela ST ali M oziroma B za nekatere lastnosti, smo v tabeli 20 izpisali napovedi plemenskih vrednosti za maso šunke. Izbrali smo podatke in napovedi za dva para polbratov, po en par na merjasca. Polbratje so bili iz iste primerjalne skupine, torej enakega genotipa in zaklani v enaki sezoni. En par smo zajeli iz spodnjega intervala starosti (161 dni), drugega iz zgornjega (194 dni), pri čemer sta imela polbrata enako starost ob zakolu in veliko razliko v masi toplih polovic. Razlika v masi toplih polovic je za ova dva para znašala 9 kg (tabela 20). Razlika v masi toplih polovic se je poznala tudi v razlikah za maso šunke, saj je znašala razlika 1,54 kg za prvi in 2,47 kg za drugi par (tabela 20).

Tabela 20: Napovedi plemenskih vrednosti za maso šunke za dve skupini polbratov po modelu s starostjo ob zakolu (ST) ali maso toplih polovic (MTP)

Skupina	Žival	Starost	MTP	ŠUN	Model ST			Model MTP		
					$\hat{PV}_z$	$\hat{PV}_o$	$\hat{PV}_m$	$\hat{PV}_z$	$\hat{PV}_o$	$\hat{PV}_m$
1	A	161	68	9,50	0,006	1,001	-0,318	0,074	0,304	-0,011
	B	161	77	11,04	0,446	1,001	-0,110	0,139	0,304	-0,028
2	C	194	80	12,19	0,104	0,534	-0,065	0,006	0,074	-0,086
	D	194	89	14,66	1,027	0,534	0,837	0,413	0,074	0,298

MTP - masa toplih polovic (kg), ŠUN - masa šunke (kg),  $\hat{PV}$  - plemenska vrednost za maso šunke za žival ( $z$ ), očeta ( $o$ ) in mamo ( $m$ )

V primeru uporabe modela MTP smo odstranili razlike v masi toplih polovic kakor tudi masi šunke.

Razlike v masi toplih polovic v prikazanem primeru niso bile posledica razlčne starosti, temveč različnega prirasta. Primerjava napovedanih plemenskih vrednosti po obeh modelih za omenjene polbrate in njihove starše je pokazala, da znaša razlika med plemenskima vrednostima za maso šunke prvem paru polbratov 0,440 kg po modelu ST in le 0,065 kg po modelu MTP. Za drugi par polbratov sta ti dve razliki znašali 0,887 kg po modelu ST in 0,407 kg po modelu MTP.

Na podlagi korelacijskih koeficientov, ocen komponent variance in pregleda plemenskih vrednosti smo se za nadaljne analize odločili za model ST. Odločitev utemeljujemo tudi z dejstvom, da je bila prodaja pitancev bolj vezana na starost kot pa telesno maso.

#### 4.4 OCENE KOMPONENT VARIANCE Z ENOLASTNOSTNIMI MODELIMA

Po izboru modela ST za večino lastnosti in modela B za odstotek mesa, neto dnevni prirast in dnevni prirast mesa smo ponovno ocenili komponente variance, a tokrat z enolastnostnimi modeli, ki so ob aditivnem genetskem vplivu v naključnem delu vključevali še vpliv skupnega okolja v gnezdu in sezono kot dan klanja. Na podlagi velikosti ocen za posamezne komponente smo dolčili njihovo pomembnost za analizirane klavne lastnosti. Na tem mestu nas ponovno niso toliko zanimali same ocene posameznih komponent, ampak njihova velikost oziraoma značilnost posameznih vplivov v naključnem delu modela.

V primerjavi z enostavnim modelom živali (model ST in B za nekatere lastnosti), ki je v naključnem delu vključeval le aditivni genetski vpliv in naključni ostanki, so bile vrednosti ocen fenotipske variance po modelu z več naključnimi vplivi praktično enake (tabela 21). Nasprotno so se v večini primerov zmanjšale vrednosti ocen aditivne genetske variance in variance nepojasnjениh ostankov in seveda posledično tudi heritabilitete. Glavni vir zmanjšanja aditivne genetske variance je bil vpliv skupnega okolja v gnezdu, ki pojasnjuje dodatno podobnost med sorodniki. To podobnost povzroča skupno okolje v gnezdu kot okoliška komponenta, kakor tudi maternalni vpliv kot genetska komponenta tega vpliva. Pomemben vpliv skupnega okolja v gnezdu (tabela 21) smo zabeležili pri lastnostih povezanih z rastjo (masa toplih polovic, masa mesa, neto dnevni prirast mase toplih polovic in mesa, masa šunke, masa kože s podkožno maščobo šunke ter maso mesa in kosti šunke). Pri ostalih lastnostih je bil delež pojasnjene variance tako nizek, da ni nč prispeval k bolj natančnemu napovedovanju plemenskih vrednosti. K zmanjšanju variance nepojasnjениh ostankov je najbolj prispevala vključitev sezone kot dan klanja (tabela 21).

Na podlagi velikosti ocen deležev varianc posameznih vplivov v fenotipski varianci (tabela 21) smo se za nadaljnje analize odločili obdržati v naključnem delu modela za večino lastnosti vpliv plemenskih vrednosti in sezone kot dan klanja, medtem ko smo skupno okolje v gnezdu obdržali le za maso toplih polovic, maso mesa, neto dnevni prirast, dnevni prirast mesa, maso šunke, maso kože s podkožno maščobo šunke in maso mesa in kosti šunke. Sezone kot dan klanja nismo uporabili le za odstotek mesa, ker je bila ocena deleža sezone kot dan klanja v fenotipski varianci praktično nič.

Tabela 21: Ocene komponent variance in njenih deležev v fenotipski varianci iz enolastnostnih modelov

Lastnost*	$\sigma_p^2$	$\sigma_a^2$	$\sigma_c^2$	$\sigma_s^2$	$\sigma_e^2$	$h^2$	$c^2$	$s^2$	$e^2$
MTP	56,36±0,38	12,20±0,25	8,86±0,18	2,61±0,07	32,70±0,21	<b>0,22±0,04</b>	<b>0,16±0,03</b>	<b>0,04±0,01</b>	0,58±0,03
S	15,54±0,22	5,93±0,16	0,24±0,08	0,48±0,03	8,89±0,12	<b>0,38±0,04</b>	0,02±0,02	<b>0,03±0,01</b>	0,57±0,04
M	32,25±0,34	12,64±0,26	0,06±0,10	0,84±0,04	18,71±0,19	<b>0,39±0,04</b>	0,002±0,02	<b>0,03±0,01</b>	0,58±0,04
DM	10,78±0,16	4,92±0,13	0,4*10 <sup>-6</sup>	0,14±0,02	5,73±0,09	<b>0,46±0,04</b>	0,3*10 <sup>-7</sup>	0,01±0,01	0,53±0,04
MM	19,96±0,25	6,14±0,18	1,84±0,11	0,57±0,03	11,40±0,13	<b>0,31±0,04</b>	<b>0,09±0,03</b>	<b>0,03±0,01</b>	0,57±0,04
NDP	1717,4±2,2	366,6±1,4	275,3±1,2	74,6±0,4	1000,9±1,2	<b>0,21±0,04</b>	<b>0,16±0,03</b>	<b>0,04±0,01</b>	0,58±0,04
DPM	609,8±1,4	183,3±1,0	58,8±0,6	16,7±0,2	350,9±0,8	<b>0,30±0,04</b>	<b>0,10±0,03</b>	<b>0,03±0,01</b>	0,57±0,04
ŠUN	1,274±0,058	0,347±0,040	0,132±0,027	0,071±0,011	0,724±0,031	<b>0,27±0,04</b>	<b>0,10±0,03</b>	<b>0,06±0,01</b>	0,57±0,04
ŠUNF	0,163±0,012	0,048±0,013	0,012±0,007	0,020±0,006	0,083±0,010	<b>0,30±0,04</b>	<b>0,07±0,02</b>	<b>0,12±0,02</b>	0,51±0,03
ŠUNM	0,957±0,061	0,341±0,045	0,055±0,024	0,035±0,008	0,526±0,032	<b>0,36±0,05</b>	<b>0,06±0,03</b>	<b>0,04±0,01</b>	0,54±0,04
%ŠUN	2,17±0,06	0,58±0,04	0,04±0,03	0,19±0,02	1,36±0,03	<b>0,27±0,03</b>	0,02±0,02	<b>0,08±0,01</b>	0,63±0,03
%ŠUNF	0,76±0,04	0,29±0,03	0,01±0,02	0,10±0,02	0,36±0,02	<b>0,38±0,04</b>	0,01±0,02	<b>0,14±0,02</b>	0,47±0,04
%ŠUNM	2,66±0,08	0,98±0,06	0,02±0,03	0,13±0,01	1,54±0,05	<b>0,37±0,04</b>	0,01±0,02	<b>0,05±0,01</b>	0,57±0,04
ŠUN%F	8,61±0,10	3,49±0,11	0,12±0,05	0,89±0,04	4,11±0,08	<b>0,41±0,04</b>	0,01±0,02	<b>0,10±0,02</b>	0,48±0,04
ŠUN%M	8,61±0,10	3,49±0,11	0,12±0,05	0,89±0,04	4,11±0,08	<b>0,41±0,04</b>	0,01±0,02	<b>0,10±0,02</b>	0,48±0,04

\* - glej stran 27,  $\sigma_p^2$  - fenotipska varianca,  $\sigma_a^2$  - aditivna genetska varianca,  $\sigma_c^2$  - varianca skupnega okolja v gnezdu,  $\sigma_s^2$  - varianca sezone kot dan klanja,  $\sigma_e^2$  - varianca nepojasnjениh ostankov,  $h^2$  - heritabiliteta,  $c^2$  - delež variance skupnega okolja v gnezdu,  $s^2$  - delež varianco sezone,  $e^2$  - delež varianco nepojasnjeni ostankov v fenotipski varianci

## 4.5 OCENE KOMPONENT VARIANCE Z VEČLASTNOSTNIMI MODELIMA

### 4.5.1 Fenotipska varianca

Z izbranimi modeli (tabela 14) smo poizkusili z večlastnostnim modelom za vse lastnosti skupaj ponovno oceniti komponente variance, a nismo mogli končati optimizacije sistema enačb. Najbolj verjeten razlog težav so visoke korelacije med nekaterimi lastnostmi. Zaradi tega smo naredili vse možne dvolastnostne analize in izračunali povprečja za variance in njihove deleže ter razpon med minimalno in maksimalno oceno (tabela 22-25). Skupaj smo za 15 lastnosti analizirali 105 dvolastnostnih modelov in za vsako lastnost izračunali po 14 ocen za variance naključnih vplivov in njihove deleže v fenotipski varianci ter pripadajoče korelacijske koeficiente za analizirane pare lastnosti. Skupaj smo izračunali kar 2387 ocen za različne parametre.

Za vse analizirane lastnosti so bile ocene fenotipske variance velike (tabela 22). Za lažjo predstavo bomo vrednosti za variance predstavljeni v standardnih odklonih. Za odstotek mesa smo izračunali povprečno fenotipsko varianco 10,76 %. To predstavlja standardni odklon 3,28 % oziroma malo manj kot 10 % višji odstotek mesa pri najbolj mesnatih živalih v primerjavi s povprečjem. Tako velika razlika ni le posledica vpliva genotipa ampak tudi okoliških dejavnikov. Velikost aditivne genetske variance in njen delež v fenotipski si bomo ogledali kasneje. Pri masi šunke in njenih delov smo ocenili standardne odklone na: 1,129 kg za maso šunke, 0,404 kg za kožo s podkožno maščobo in 0,987 kg za meso in kosti šunke (tabela 15). Tako so najtežje šunke od povprečja odstopale za več kot 3 kg, podobno pri masi mesa in kosti. Najbolj zamašene šunke so od povprečja odstopale za več kot 1 kg kože s podkožno maščobo. Tudi pri odstotku šunke in njenih delov v topri polovici in v sami šunki so bile ocenjene vrednosti za fenotipsko varianco manjše, a pomenijo enak razpon mase posameznih delov, če jih preračunamo.

Razlike ocen fenotipske variance med posameznimi dvolastnostnimi modeli so bile včinoma majhne. Največje razpone glede na povprečje ocen smo zabeležili pri analizi odstotka kože s podkožno maščobo v šunki in odstotka mesa in kosti v šunki (tabela 22). Pri teh dveh lastnostih so ocene iz modelov z drugimi lastnostmi gibale med 8,62 in 8,73 %<sup>2</sup>, medtem ko sta pri skupni analizi odstotka kože s podkožno maščobo v šunki ter mesa in kosti v šunki znašali oceni fenotipske variance 12,15 %<sup>2</sup> za odstotek kože s podkožno maščobo v šunki in 13,22 %<sup>2</sup> za odstotek mesa in kosti v šunki. Pri teh dveh lastnostih je pri izračunu očitno prihajalo do avtokorelacji, kar je razumljivo, saj sta lastnosti obratnosorazmerni. Oceni fenotipske variance z enolastnostnim modelom sta bili enaki za obe meritvi in bolj podobni povprečju, ki je znašalo 8,61 %<sup>2</sup> (tabela 21).

Tabela 22: Ocene fenotipske variance (zgoraj) z razponom\* ocen (v oklepajih pod oceno) in fenotipske korelacije (spodaj) iz dvolastnostnih modelov

Lastnost**	MTP	S	M	DM	MM	NDP	DPM	ŠUN	ŠUNF	ŠUNM	%ŠUN	%ŠUNF	%ŠUNM	ŠUN%F	ŠUN%M
$\sigma_p^2$	56,34	15,55	32,27	10,76	19,98	1716,2	610,0	1,275	0,163	0,956	2,17	0,76	2,66	8,89	8,96
Razpon	(0,61)	(0,06)	(0,28)	(0,04)	(0,23)	(11,4)	(5,0)	(0,009)	(0,001)	(0,010)	(0,01)	(0,01)	(0,00)	(3,53)	(4,60)
MTP	0,38	0,47	-0,20	0,82	1,00	0,83	0,87	0,54	0,78	-0,26	0,11	-0,29	0,18	-0,18	
S		-0,08	-0,82	-0,12	0,38	-0,12	0,24	0,61	0,03	-0,26	0,51	-0,51	0,58	-0,58	
M			0,57	0,77	0,47	0,77	0,52	0,05	0,58	0,08	-0,19	0,17	-0,21	0,21	
DM				0,38	-0,20	0,38	-0,06	-0,52	0,15	0,28	-0,50	0,53	-0,58	0,58	
MM					0,82	1,00	0,79	0,21	0,82	-0,08	-0,18	0,02	-0,16	0,16	
NDP						0,83	0,87	0,54	0,78	-0,26	0,11	-0,29	0,18	-0,18	
DPM							0,79	0,21	0,82	-0,08	-0,18	0,02	-0,16	0,16	
ŠUN								0,53	0,94	0,25	0,17	0,14	0,10	-0,10	
ŠUNF									0,20	-0,03	0,89	-0,50	0,89	-0,89	
ŠUNM										0,30	-0,18	0,36	-0,26	0,26	
%ŠUN											0,10	0,85	-0,17	0,17	
%ŠUNF												-0,44	0,96	-0,96	
%ŠUNM													-0,67	0,67	
ŠUN%F														-0,76	

\* - razlika med maksimalno in minimalno oceno, \*\* - glej stran 27,  $\sigma_p^2$  - fenotipska varianca

Visoke fenotipske povezave (tabela 22) smo med maso topnih polovic našli in neto dnevnim prirastom (1,00), maso šunke (0,87), dnevnim prirastom mesa (0,83), maso mesa (0,82) in maso mesa in kosti šunke (0,78). Tako visoka korelacija med maso topnih polovic in neto dnevnim prirastom je prčakovana. Neto dnevni prirast smo namreč izračunali iz mase topnih polovic in starosti ob zakolu, pri izračunih komponent variance pa v modelu za maso topnih polovic vključili vpliv starosti ob zakolu. Podobno je tudi z dnevnim prirastom mesa in maso mesa.

Visoke korelacije za meritve S smo našli pri odstotku mesa (0,82) z maso kože s podkožno mačobo šunke (0,61). Pri meritvi S in odstotku mesa se je prav tako pokazala avtokorelacija, saj je v izračun odstotka mesa med drugim vključena tudi meritve S, ki ima močan vpliv na odstotek mesa. Meritev M je na fenotipskem nivoju močno povezana z maso mesa (0,77) in dnevnim prirastom mesa (0,77).

Tako kot pri masi topnih polovic in neto dnevnemu prirastu smo tudi pri masi mesa in dnevnemu prirastu mesa našli popolno korelacijo (tabela 22). Razlog tako visoke ocene je ponovno deloma numerične narave. Masa mesa je bila visoko korelirana še z maso mesa in kosti šunke (0,82) in maso celotne šunke (0,79). Po odstranitvi razlik med genotipi, spoli in sezonomi so imeli pitanci z velikim neto dnevnim prirastom tudi velik dnevni prirast mesa (0,83), težje šunke (0,87) in meso in kosti šunke (0,78). Enako smo opazili tudi za pitance z velikim dnevnim prirastom mesa.

Pri sestavi šunke smo izračunali visoko korelacijo med maso šunke in mesom in kostmi v njej (0,94), kar je razumljivo, saj je to največji del šunke in kot takšen najbolj določa njeno težo. Pričakovano je bila visoka tudi korelacija med odstotkom šunke v topnih polovici in odstotkom mesa in kosti šunke v topnih polovici (0,85). Visoke korelacije smo našli še med odstotkom kože s podkožno mačobo šunke v topnih polovici in v šunki (0,96) in med maso kože s podkožno mačobo šunke in njenim odstotkom v topnih polovici (0,89) in v šunki (0,89).

#### 4.5.2 Plemenska vrednost

Ocene aditivne genetske variance so bile zadovoljivo velike (tabela 23), kar nakazuje možnost za selekcijo. Za odstotek mesa je znašala ocena 4,98 %<sup>2</sup> oz. 2,23 % za standardni odklon plemenskih vrednosti. Tako so najbolj mesnate živali od povprečja (56,0 %, tabela 15) po plemenski vrednosti odstopale tudi za okoli 7 %. Pri masi mesa je bil standardni odklon plemenskih vrednosti prav tako velik (2,46 kg); za neto dnevni prirast in dnevni prirast mesa pa 19,6 g/dan in 13,2 g/dan. Standardna odklona plemenskih vrednosti sta bila podobna pri masi šunke in masi mesa in kosti šunke (0,589 kg in 0,572 kg), medtem ko je bil za maso kože s podkožno mačobo šunke veliko manjši, 0,223 kg. Odstotki šunke in njenih delov od klavne polovice so bili manj variabilni, kakor tudi sama sestava šunke v odstotkih.

Za analizirane lastnosti so bile ocene heritabilitet srednje do visoke (tabela 23) in so se gibale med 0,22 (neto dnevni prirast) in 0,46 (odstotek mesa). Nižje vrednosti smo ocenili za maso topnih polovic (0,23), maso šunke (0,27) in maso kože s podkožno mačobo šunke in njen odstotek v topnih polovici (0,29 in 0,28) ter za maso mesa in dnevni prirast mesa (obe 0,30).

V primerjavi z ocenami fenotipske variance je bilo za aditivne genetske variance in heritabilitete več

razlik med posameznimi dvolastnostnimi analizami (tabela 23). Povprečja vseh analiz za posamezne lastnosti so se dobro ujemale z ocenami, ki smo jih izračunali z enolastnostnimi modeli (tabela 21). Glede na povprečje vseh analiz za posamezno lastnost so najbolj odstopale ocene pri masi topnih polovic, masi mesa, neto dnevnemu prirastu, dnevnemu prirastu mesa, masi šunke. Pri teh lastnostih ni bilo nobene ocene z velikim odstopanjem izmed vseh analiz, ampak so ocene enakomerno zasedale celoten rang med minimalno in maksimalno oceno. Iz tega lahko sklepamo, da so razlčni rezultati zgolj posledica konvergence. Pri analizi odstotka kože s podkožno maščobo v šunki ter odstotka mesa in kosti v šunki je bil razpon največji in to le v primeru, ko je bila opravljena dvolastnostna analiza točno teh dveh lastnosti. Razlog temu je obratnosorazmernost teh dveh lastnosti in posledično težave pri ocenjevanju, kar smo omenili že pri fenotipskih variancah.

Genetske korelacije za analizirane lastnosti so zasedale cel interval možnih vrednosti (tabela 23). Za maso topnih polovic smo izračunali visoke in pozitivne genetske korelacije z neto dnevnim prirastom (1,00), maso šunke (0,86), maso mesa in kosti šunke (0,75), dnevnim prirastom mesa (0,73) in maso mesa (0,71). Na drugi strani smo izračunali nizke korelacije za odstotek kože s podkožno maščobo v šunki (0,09) in mesa in kosti v šunki (-0,09) ter z odstotkom šunke v topnih polovicah (-0,18). Za meritev S smo izračunali visoke korelacije z odstotkom mesa (-0,87), maso kože s podkožno maščobo šunke (0,78), odstotkom istega dela v šunki (0,76) ali topnih polovic (0,73). Tako kot z odstotkom mesa je meritev S negativno povezana z odstotkom mesa in kosti v šunki (-0,76) in topnih polovic (-0,63).

Odstotek mesa je na genetskem nivoju visoko povezan z odstotkom kože s podkožno maščobo v šunki (-0,78) ter mesa in kosti v šunki (0,78), maso (-0,74) in odstotkom kože s podkožno maščobo šunke v topnih polovicah (-0,74) ter odstotkom mesa in kosti šunke v topnih polovicah (0,65). Pozitivni in visoki genetski korelaciji smo izračunali še za maso mesa in dnevni prirast mesa (0,58). Genetske korelacije med odstotkom mesa v celotnem klavnem trupu in maso šunke nismo našli (-0,01). Odstotek mesa je bolj povezan s posameznim delom šunke, kot pa šunko v celoti. S kožo in podkožno maščobo neaktivno, z mesom in kostmi pa pozitivno, kar se pri celotni šunki iznči.

Maksimalno vrednost za koreacijski koeficient (1,00) smo izračunali za maso mesa in dnevni prirast mesa (tabela 23), kar je pričakovano, saj gre za isto lastnost. Visoka in pozitivna genetska povezava je bila tudi med maso mesa v klavnem trupu in maso mesa in kosti šunke (0,86), celotno šunko (0,76) in neto dnevnim prirastom (0,72). Zelo nizko koreacijo smo našli med maso mesa in odstotkom šunke v topnih polovicah (0,05).

Za neto dnevni prirast smo izračunali visoke genetske korelacije z maso šunke (0,86), dnevnim prirastom mesa (0,73) in maso mesa in kosti šunke (0,75). Podobno smo izračunali visoke genetske korelacije tudi med dnevnim prirastom mesa, maso mesa in kosti šunke (0,86) ter maso celotne šunke (0,76). Med maso mesa in kosti šunke smo našli močno povezano tudi z maso celotne šunke (0,93) in njunima odstotkoma v topnih polovicah (0,84). Na drugi strani je bila povezava med maso celotne šunke in maso kože s podkožno maščobo s kožo šunke šibka (0,24). Masa in odstotek kože s podkožno maščobo šunke v topnih polovicah in šunki so bili med seboj visoko in pozitivno korelirani (od 0,79 do 0,93). Med odstotkoma kože s podkožno maščobo šunke in mesom in kostmi šunke pa smo pričakovano izračunali popolno koreacijo (1,00).

Tabela 23: Ocene aditivne genetske variance (zgoraj), heritabilitet (na diagonali) in genetskih korelacijs (nad diagonalo) z razponom\* ocen (v oklepajih pod oceno) iz dvolastnostnih modelov

Lastnost**	MTP	S	M	DM	MM	NDP	DPM	ŠUN	ŠUNF	ŠUNM	%ŠUN	%ŠUNF	%ŠUNM	ŠUN%F	ŠUN%M
$\sigma_a^2$	12,72	6,08	12,62	4,98	6,06	382,7	180,9	0,347	0,050	0,327	0,60	0,30	0,99	3,78	3,78
Razpon	(1,60)	(0,24)	(0,41)	(0,14)	(1,07)	(50,0)	(33,9)	(0,047)	(0,007)	(0,045)	(0,01)	(0,01)	(0,02)	(2,45)	(2,46)
MTP	0,23	0,32	0,52	-0,18	0,72	1,00	0,73	0,86	0,34	0,75	-0,21	0,04	-0,18	0,09	-0,09
S	(0,03)	0,39	-0,32	-0,87	-0,35	0,33	-0,34	0,16	0,78	-0,15	-0,29	0,73	-0,63	0,76	-0,76
M		(0,01)	0,39	0,70	0,87	0,52	0,87	0,55	-0,23	0,66	0,14	-0,47	0,36	-0,48	0,48
DM			(0,01)	0,46	0,58	-0,18	0,58	-0,01	-0,74	0,29	0,30	-0,74	0,65	-0,78	0,78
MM				(0,01)	0,30	0,72	1,00	0,76	-0,22	0,86	0,05	-0,49	0,30	-0,48	0,48
NDP					(0,06)	0,22	0,73	0,86	0,34	0,75	-0,22	0,04	-0,19	0,09	-0,09
DPM						(0,03)	0,30	0,76	-0,22	0,86	0,05	-0,49	0,29	-0,48	0,48
ŠUN							(0,06)	0,27	0,24	0,93	0,33	-0,02	0,26	-0,09	0,09
ŠUNF								(0,04)	0,29	-0,14	-0,19	0,93	-0,66	0,91	-0,91
ŠUNM									(0,04)	0,34	0,41	-0,40	0,54	-0,47	0,47
%ŠUN										(0,05)	0,28	-0,11	0,84	-0,33	0,33
%ŠUNF											(0,00)	0,39	-0,64	0,97	-0,97
%ŠUNM												(0,02)	0,37	-0,79	0,79
ŠUN%F													(0,01)	0,42	-1,00
ŠUN%M														(0,08)	0,42
															(0,04)

\* - razlika med maksimalno in minimalno oceno, \*\* - glej stran 27,  $\sigma_a^2$  - aditivna genetska varianca

#### 4.5.3 Skupno okolje v gnezdu

Vpliv skupnega okolja v gnezdu (tabela 24) smo vključili v modele za vse analizirane lastnosti, za katere smo ugotovili pomembnost tega vpliva (masa toplih polovic, masa mesa, neto dnevni prirast in dnevni prirast mesa, masa šunke ter njenih dveh delov). Velikost ocen je bila manjša od aditivne genetske variance (tabela 24). Delež variance tega vpliva v fenotipski varianci se je gibal med 0,06 (masa kože s podkožno maščobo šunke) in 0,14 (masa toplih polovic in neto dnevni prirast). Razponi med minimalno in maksimalno oceno so bili pri vseh lastnostih veliki. S pregledom posameznih ocen nismo našli vzroka za tako različne ocene, saj so bile ocen enakomerno razporejene čez celoten interval. Korelacije za skupno okolje v gnezdu so bile za vse pare lastnosti visoke in pozitivne ( $r>0,87$ ), razen med maso toplih polovic in maso šunke (0,11).

Tabela 24: Ocene variance skupnega okolja v gnezdu (zgoraj), deleža v fenotipski varianci (na diagonalni) in korelacij (nad diagonalo) z razponom\* ocen (v oklepajih pod oceno) iz dvolastnostnih modelov

Lastnost**	MTP	MM	NDP	DPM	ŠUN	ŠUNF	ŠUNM
$\sigma_c^2$	7,90	1,94	244,6	69,3	0,128	0,009	0,070
Razpon	(2,94)	(1,64)	(85,2)	(52,1)	(0,072)	(0,009)	(0,057)
MTP	0,14	1,00	1,00	1,00	0,11	0,93	1,00
MM	(0,05)	0,10	1,00	1,00	0,87	0,91	0,87
NDP		(0,08)	0,14	1,00	1,00	0,94	1,00
DPM			(0,05)	0,10	0,88	0,93	0,87
ŠUN				(0,08)	0,10	1,00	1,00
ŠUNF					(0,06)	0,06	1,00
ŠUNM						(0,06)	0,07
							(0,06)

\* - razlika med maksimalno in minimalno oceno, \*\* - glej stran 27,  $\sigma_c^2$  - varianca skupnega okolja v gnezdu

#### 4.5.4 Sezona kot dan klanja

Skupno okolje pogojeno s sezono smo pojasnili že v sistematskem delu modelov z sezono v obliki interakcije leto-mesec. Ob zakolu posameznih skupin v proizvodnih razmerah nastopijo dodatni dejavniki, ki vplivajo na klavne lastnosti in jih ne znamo natančno pojasniti. Le te smo očistili z naključnim vplivom sezone v obliki dneva klanja poleg sezone kot leto-mesec v sistematskem delu modela. Ocene variance sezone kot dan klanja so bile za večino lastnosti manjše (tabela 25) kot pri varianci skupnega okolja in aditivne genetske variance. Delež variance v fenotipski varianci se je gibal med 0,03 (meritvi S in M, masa mesa ter dnevni prirast mesa) in 0,14 (odstotek kože s podkožno maščobo šunke v topli polovici). Razponi ocen variance sezone kot dan klanja so bili za posamezne lastnosti veliki, a kljub temu niso znatno vplivali na razpon ocen za delež v fenotipski varianci. Pri odstotkih kože s podkožno maščobo v šunki ter mesa in kosti šunke smo ponovno dobili velika odstopanja in to ponovno le pri skupni analizi teh dveh lastnosti. Korelacije med posameznimi pari lastnosti so bile zelo visoke in se gibale med -0,96 in 1,00.

Tabela 25: Ocene variance sezone kot dan klanja (zgoraj), deleža v fenotipski variance (na diagonali) in korelacij (nad diagonalo) z razponom<sup>\*</sup> ocen (v oklepajih pod oceno) iz dvolastnostnih modelov

Lastnost**	MTP	S	M	MM	NDP	DPM	ŠUN	ŠUNF	ŠUNM	%ŠUN	%ŠUNF	%ŠUNM	ŠUN%F	ŠUN%M
$\sigma_s^2$	2,41	0,46	0,87	0,60	74,4	17,4	0,072	0,020	0,036	0,18	0,10	0,13	1,03	1,11
Razpon	(2,56)	(0,25)	(0,33)	(0,16)	(13,1)	(4,3)	(0,006)	(0,001)	(0,003)	(0,01)	(0,01)	(0,02)	(1,92)	(2,99)
MTP	0,04	0,73	0,57	0,96	1,00	0,95	0,76	0,48	0,75	-0,27	0,21	-0,51	0,30	0,30
S	(0,01)	0,03	0,70	0,61	0,69	0,49	0,57	0,34	0,60	-0,18	0,14	-0,33	0,18	-0,18
M		(0,02)	0,03	0,62	0,52	0,57	0,62	0,55	0,48	0,11	0,42	-0,23	0,18	-0,18
MM			(0,01)	0,03	0,96	1,00	0,80	0,57	0,72	-0,17	0,33	-0,49	0,42	-0,42
NDP				(0,01)	0,04	0,95	0,76	0,44	0,75	-0,25	0,18	-0,46	0,27	-0,27
DPM					(0,01)	0,03	0,81	0,51	0,75	-0,11	0,26	-0,38	0,34	-0,34
ŠUN						(0,01)	0,06	0,76	0,87	0,42	0,59	-0,02	0,55	-0,55
ŠUNF							(0,00)	0,12	0,34	0,45	0,96	-0,31	0,96	-0,96
ŠUNM								(0,00)	0,04	0,26	0,13	0,20	0,07	-0,07
%ŠUN									(0,00)	0,08	0,59	0,68	0,40	-0,40
%ŠUNF										(0,00)	0,14	-0,19	0,98	-0,98
%ŠUNM											(0,01)	0,05	-0,40	0,40
ŠUN%F												(0,00)	0,11	-0,08
ŠUN%M													(0,13)	0,12
														(0,19)

\* - razlika med maksimalno in minimalno oceno, \*\* - glej stran 27,  $\sigma_s^2$  - varianca sezone kot dan klanja

## 5 RAZPRAVA IN SKLEPI

### 5.1 RAZPRAVA

Zaradi sprememb pri debelini hrbtne slanine, ki so posledica včletne selekcije, in ukinitve merjenja klavnih lastnosti na izloženih merjascih, trenutno v nacionalnem selekcijskem programu za prašče nimamo primernih oz. zadovoljivih klavnih lastnosti. Na drugi strani je mesnatost pitancev ključnega pomena za ekonomičnost prireje svinjskega mesa, saj se cena pitancev oz. klavnih trupov na liniji klanja določa na podlagi ocenjenega odstotka mesa. Namen naše naloge je bil, na podlagi opravljenega poskusa na selekcijski farmi Nemščak, predlagati klavne lastnosti za vključitev v selekcijski program. V ta namen smo opravili analizo sistematskih in naključnih vplivov, ocenili okoliške in genetske parametre (komponente variance) za zbrane klavne lastnosti. Na podlagi teh parametrov bomo v razpravi izbrali lastnosti, ki bi bile primerne za vključitev v selekcijski program.

#### 5.1.1 Zasnova selekcijske sheme za preizkus klavnih lastnosti

V analizo smo zajeli 2198 pitancev obeh spolov in različnih genotipov (tabela 7), ki so bili potomci 143 merjascev za osemenjevanje iz osnovne črede (nukleus) na selekcijski farmi Nemščak. Prašči so bili spitani v proizvodnih pogojih pitališča na farmi. Zastopani so bili križanci linije 12 ali 21 s pasmo nemška landrace in pietrain ter njunimi križanci. Od čistih pasem je bila v poskus zajeta le pasma švedska landrace ostale pasme na farmi pa ne, kar je nekoliko presenetljivo, saj si želimo občajno klavne lastnosti najbolj izboljšati pri terminalnih pasmah. Te pasme (nemška landrace in pietrain) so bile v poskus vključene le posredno preko križancev. Po drugi strani pa je takšna izvedba poskusa razumljiva, saj so populacije terminalnih merjascev občajno majhne in je, ob odbiri čistopasemskeh živali za obnovo črede in križanju, težko zagotoviti dovolj velik vzorec naključno izbranih živali posamezne pasme. Majhna velikost gnezda pri terminalnih pasmah to še bolj otežuje.

V podporo takšnemu poskusu so tudi dejstva, ki jih navaja Merks (2001). Napredek pri križancih namreč običajno ni takšen, kot bi ga lahko pričakovali na podlagi napredkov čistopasemskeh živali v nukleusu. Zaradi tega isti avtor poleg drugih sprememb predlaga vključitev meritev na križancih v napoved plemenske vrednosti pri čistopasemskeh živalih. S takšnim pristopom bi natarenje ocenili plemensko vrednost glede na končni produkt v selekcijski shemi, to je pitanca, kot pri selekciji znotraj pasme. Ker je običajno velikost neaditivnih genetskih komponent za klavne lastnosti majhna (Sellier, 1976; Johnson, 1981), lahko z uporabo meritev na križancih napovemo plemenske vrednosti z enako zanesljivostjo kot z meritvami na čistopasemskeh živalih. Pri tem uporabimo enostaven model brez naključnega dela za neaditivne genetske komponente, vpliv genotipa pa pojasnimo s sistematskim vplivom.

Dodatna prednost takšnega preizkusa v proizvodnih pogojih ene farme je, da so vsi pitanci preizkušeni v dokaj izenačenih pogojih. Pri tem pa še dodatno vsi ti pitanci izhajajo iz istega okolja. Kljub temu, da pogoji v pitališču niso tako konstantni kot so npr. na testnih postajah, je malo verjetno, da se močno spreminjajo iz meseca v mesec. Razlike, ki so posledica okoliških dejavnikov, lahko

pojasnimo s statističnim modelom. Za primerjavo naj omenimo rezultate, ki so jih dobili Puigvert in sod. (2002). Omenjeni avtorji na podlagi genetskih analiz v Španiji navajajo, da je razmerje razlike med 10 % najboljšimi in 10 % najslabšimi rejami ter razlike med najboljšo in najslabšo pasmo enako 0,76, kar nakazuje, da so lahko razlike med rednimi velike in to lahko pri napovedovanju plemenskih vrednosti povzroča težave. Podobne zaključke so dobili tudi Gibson in sod. (1998). Knap in Graat (1992) ugotavljata, da je vpliv izvora pomemben tudi pri preizkusu na testnih postajah, kjer so pogoji bolj konstantni.

Pri preizkusu v pogojih reje v primerjavi s testno postajo se mnogokrat postavlja tudi vprašanje interakcije genotip okolje. O povezavi med temo preizkusoma sta v pregledu že razpravljala Bampton in Curran (1977). Pri nas sta za dnevni prirast in debelino hrbitne slanine Malovrh in Kovč (1999) ocenili visoke genetske korelacije med merjasci na testni postaji in mladicami v preizkusu v pogojih reje. Problem interakcije genotip okolje pri selekciji prašičev pri nas ni tako izrazit, saj so testne postaje del farm in je tako povezava s testno postajo močnejša, kot je to ponekod v tujini.

Preizkus sorodnikov v pogojih reje omogoča merjenje klavnih lastnosti kakor tudi ocenjevanje zunanjosti in konformacije klavnih trupov ter merjenje lastnosti, ki so povezane s kakovostjo mesa. Ta sklop lastnosti v zadnjem času vse bolj pridobiva na veljavi (Knap in sod., 2002; Le Roy, 2002; Rosenvold in Andersen, 2003). Merks in de Vries (2002) ob opisovanju vključevanja novih informacij v selekcijo prašičev poudarita pomen ocenjevanja zunanjosti, še posebej stope nog, saj te v veliki meri določajo dolgoživost živali v rejih. Na drugi strani bi lahko takšen preizkus predstavljal tudi dopolnilo za preizkus merjascev križancev za prirejo pujskov. V Sloveniji namreč na testnih postajah preizkušamo tudi merjasce križance, ki ne prispevajo k genetskemu napredku v nukleusučistih pasem. Testne kapacitete bi bile bolje izkorisčene, če bi na testnih postajah preizkušali le čistopasemske merjasce, merjasce iz terminalnih križanj pa v pogojih reje.

### 5.1.2 Sistematski vplivi in izbor modelov

V analizo smo zajeli meritvi S in M, maso toplih polovic in ocenjeni odstotek mesa z linije klanja ter maso šunke, kože s podkožno maščobo šunke ter mesa in kosti šunke iz delne disekcije dan po zakolu. Na podlagi teh smo izračunali: maso mesa, dnevni prirast mase toplih polovic oz. neto dnevni prirast, dnevni prirast mesa, odstotek šunke in njenih dveh delov v topli polovici, odstotek kože s podkožno maščobo šunke v šunki ter odstotek mesa in kosti v šunki. Meritev na zájetku, med in na koncu poskusa v pitališču nismo imeli, saj jih, zaradi tehničnih omejitev v pitališču, na farmi niso mogli opraviti. Tako nismo mogli izračunati in analizirati klavnost, ki je pogosto vključena v selekcijske programe.

Za vse lastnosti smo najprej analizirali sistematski del modela. Preučili smo vpliv spola, genotipa, sezone zakola kot leto-mesec ali dan klanja. V sistematski del modela smo vključili še starost ob zakolu ali maso toplih polovic, ker so bili pitanci ob zakolu različno stari oziroma različno težki. Oba vpliva smo zadostno pojasnili z linearno regresijo. Ker je masa toplih polovic odvisna od starosti ob zakolu, obeh vplivov nismo mogli hkrati vključiti v model. Tako smo opravili po dve analizi sistematskega dela modela za vsako lastnost, razen pri masi toplih polovic, odstotku mesa in masi

mesa, kjer smo analizirali le vpliv starosti ob zakolu, ter pri neto dnevnem prirastu in dnevnemu prirastu mesa, kjer nismo vključili ne starosti in ne mase (tabela 13).

Na splošno smo pojasnili večji del variance z modelom MTP, ki je vključeval maso toplih polovic (tabela 16). Največje razlike v deležu pojasnjene variance so bile pri meritvah S in M, masi šunke in njenih delov, kože s podkožno maščobo ter mesa in kosti. Vse te lastnosti so visoko korelirane z maso klavnih trupov. Razlike med spoloma so bile za večino lastnosti pričakovane. Kastrati (tabela 17) so bili v povprečju težji, z višjimi vrednostmi za meritev S in manjšimi za M, bolj zamašeni in so imeli večjo maso kože s podkožno maščobo ter težje šunke. Imeli so tudi večji neto dnevni prirast. Razlike v skupnem (masa mesa) in dnevnem prirastu mesa niso bile značilne, zaradi že omenjenih razlik v masi toplih polovic in mesnatosti. O značilnih razlikah med svinjkami in kastrati za mesnatost in pripadajoči debeline mišičnega in maščobnega tkiva merjeno z aparatom FOM je poročal von Brandt in sod. (2000). Isti avtor nadalje navaja, da ni značilnih razlik med spoloma za neto dnevni prirast. Nasprotno sta Malovrh in Kovač (2000b) našli značilne razlike med spoloma za mesnatost, maso toplih polovic, meritvi S in M ter neto dnevni prirast. V primerjavi med modelom s korekcijo na povprečno starost ob zakolu (model ST) in korekcijo na povprečno maso toplih polovic (model MTP) so bile razlike med spoloma enakega predznaka, a manjše pri povprečni masi toplih polovic. Ta rezultat je posledica razlik v telesni masi svinj in kastratov ne pa tudi starosti. S korekcijo na povprečno maso so se te razlike odstranile, medtem ko se pri korekciji na povprečno starost niso.

Razlike med genotipi so pokazale (tabela 18 in priloge B1-B.14), da so bili najbolj mesnati križanci med linijo 12 ali 21 in pasmo pietrain. Rezultat je pričakovani, saj je pasma pietrain znana po visoki mesnatosti. Na drugi strani so bili najbolj zamašeni pitanci med linijo 12 ali 21 in pasmo nemško landrace, kar nakazuje, da ta pasma ni več primerna kot samostojna terminalna pasma za prievoz mesnatih pitancev. Boljše rezultate so dosegali celo pitanci maternalnega genotipa: linje 12 in pasme švedska landrace. Križanci med linijo 12 ali 21 in linijo 54 (nemška landrace x pietrain) so imeli intermediarno mesto glede na rezultate križancev linije 12 ali 21 s pasmo nemška landrace in pietrain. Razlike med modeloma (starost ob zakolu ali mas toplih polovic) ST in modelom MTP so bile za vpliv genotipa manjše kot pri spolu, ker ni bilo takšnih razlik v starosti in masi toplih polovic.

Pri ocenjevanju komponent variance in napovedovanju plemenskih vrednosti se pogosto vključuje vpliv sezone, ker z njim pojasnimo razlike med posameznimi obdobji povzročene z različnimi okoliškimi dejavniki (tehnologija, krma, temperatura, vlaga, ...). Mnogokrat ne poznamo vseh vzrokov razlik med posameznimi sezoni, a z vplivom sezone odstranimo te razlike. Kot vzrok razlik med posameznimi sezoni, bi lahko bila tudi prisotnost pitancev po le enem ali le nekaj boljših oz. slabših merjascev v tisti sezoni, a se ta pristranost v primeru uporabe metode mešanih modelov odstrani z modelom. Prav tako so bili spoli in genotipi enakomerno razporejeni čez celoten poskus. Vpliv sezone je bil značilen za vse lastnosti. Zaradi majhnega števila opazovanj po posameznih dnevih klanja (od 12 do 49 meritev) smo sezono vključili v sistematski del modela na dva načina: kot leto-mesec in kot dan klanja. Ocene iz modela so pokazale, da sezona kot leto-mesec pojasnjuje splošen trend, medtem ko sezona kot dan klanja nihanja okoli tega trenda (slika 9). Na podlagi tega in majhnega števila meritev po posameznih dnevih klanja smo vključili sezono kot leto-mesec v sistematski del modela, sezono kot dan klanja pa v naključni del. To lahko opravljamo tudi z dejstvom, da so na

farmi pitance prodajali predvsem na podlagi ponudbe in povpraševanja na trgu in ne toliko na končno telesno maso.

Analize sistematskih vplivov so pokazale, da obstajajo razlike med modelom ST in modelom MTP. Na podlagi teh rezultatov nismo mogli izbrati boljši model. V literaturi smo v tem pogledu našli zelo različne modele. Geysen in sod. (1999, 2000) ter Peškovičová in sod. (2002) za odstotek mesa ter maso obdelanih klavnih kosov niso opravili nobene korekcije na starost ali maso. Hofer in sod. (1992a); Groeneveld in sod. (1996); Csató in sod. (2002) ter Newcom in sod. (2002c) so za odstotek večvrednih telesnih delov v topli polovici, maso večvrednih telesnih delov, odstotek mesa in maso posameznih klavnih kosov vključili v model regresijo na telesno maso pred zakolom. Maso toplih polovic so v ta namen za odstotek mesa in maso posameznih klavnih kosov uporabili Bidanel in Ducos (1996); Tholen in sod. (2001); Ruten in sod. (2002) ter Fernández in sod. (2003). Korekcijo na starost smo našli le pri Hermesch in sod. (2000) za maso šunke in maso mesa v šunki. Obe korekciji, za starost in maso toplih polovic, so za maso šunke, pleče in hrbta (ang. loin) ter odrezkov opravili Sonesson in sod. (1998), pri čemer so pri disekciji vsem kosom odstranili kožo s podkožno mašobo.

S pomočjo analize naključnega dela modela po obeh modelih smo sklenili (tabela 19), da model MTP podcenjuje fenotipsko varianco in s tem tudi varianco njenih vzravnih komponent. Rezultat lahko pojasnimo s tem, da v primeru, ko v model za npr. maso šunke vključimo maso toplih polovic, odstranimo razlike, ki so bile povzročene z različnimi masami toplih polovic. Hkrati pa s tem v veliki meri odstranimo tudi razlike med masami šunk, saj šunka v povprečju predstavlja 30 % klavne polovice (tabela 15). Največje razlike (tabela 19) smo opazili pri lastnostih, na katere je masa toplih polovic imela največji vpliv, meritvi S in M, masa šunke, kože s podkožno mašobo šunke in mesa in kosti šunke (tabela 16).

Razlike med modeloma so se poznale tudi pri plemenskih vrednostih, saj so bile korelacije med plemenskimi vrednostmi po obeh modelih za omenjene lastnosti od 0,53 do 0,86 (tabela 19). Za ponazoritev smo v tabeli 20 izpisali plemenske vrednosti za maso šunke za dva para polbratov po merjascu iz iste primerjalne skupine (enak spol, genotip in sezona klanja) in njihovih staršev. En par polbratov smo vzeli iz spodnjega in drugi par iz zgornjega intervala starosti. Izbrali smo takšna para polbratov, kjer sta polbrata imela enako starost ob zakolu in veliko razliko v masi toplih polovic. Razlika v masi toplih polovic se je seveda posledično odrazila tudi v razlikah za maso šunke. Pri isti starosti ob zakolu je bila razlika za prvi par v masi toplih polovic 9 kg in 1,54 kg v masi šunke ter 9 kg in kar 2,47 kg za drugi par (tabela 20). Že iz teh razlik je jasno, da model z maso toplih polovic pojasni prevelik delež razlik med posameznimi pitanci, ki pa so posledica različnih prirastov. To se je pokazalo tudi pri plemenskih vrednostih (tabela 20), saj so bile razlike med plemenskimi vrednostmi po modelu MTP tudi za nekajkrat manjše. Za nadaljnje analize smo izbrali model s starostjo ob zakolu (model ST).

Lundeheim (2002) je o problemih korekcije podatkov porčal pri preizkušnji merjascev in mladic v pogojih reje, kjer je v primerjavi s testnimi postajami težko zagotoviti merjenje v tčeno določenem intervalu telesnih mas. Za dnevni prirast in DHS je opravil korekcijo na podlagi predhodnega poskusa, kjer so vsake dva do tri tedne merili maso pitancev od rojstva do zakola. Po opravljeni korekciji je pri

izračunu komponent variance dobil višje ocene za heritabilitete in manjše ter bolj ugodne genetske korelacije. Takšnih podatkov mi nismo imeli. Tako opravljena korekcija je lahko problematčna, saj vsak pitanec raste drugače in je s tem načinom nemogoče opraviti točno korekcijo. Najbolje bi bilo, da bi bili pitanci ob zakolu čim bolj izenačeni v starosti in masi. V opravljenem poskusu so bile razlike med minimalno in maksimalno starostjo ob zakolu in maso topli polovic precejšne (44 dni in 55 kg). Kljub temu, da so bile razlike znatne in narekujejo potrebo po bolj tekčem oz. konstantnem izvajanju preizkusa. Razlike v masi toplih polovic pri isti starosti so lahko bile deloma tudi posledica razlike klavnosti, a, zaradi manjkajočih podatkov o masi pred zakolu, tega nismo mogli preveriti.

### 5.1.3 Ocene okoliških in genetskih parametrov

Podrobnejša analiza naključnega dela modela je pokazala (tabela 21), da poleg vpliva živali oz. plemenske vrednosti pripada delež fenotipske variance tudi vplivu skupnega okolja v gnezdu in sezone kot dan klanja. Po izboru dodatnih naključnih vplivov smo ocenili komponente variance še z včlanostnimi modeli, ker s tem s pomočjo dodatnih informacij povečamo zanesljivost ocen posameznih parametrov (Thompson in Meyer, 1986). Zaradi težav z iskanjem optimuma funkcije omejene maksimalne zanesljivosti za vse lastnosti hkrati, smo napravili vse možne dvolastnostne analize in izračunali povprečja ocen za posamezne parametre.

#### 5.1.3.1 Sezona

Na podlagi predhodnih analiz z enolastnostnimi modeli v naključni del modela smo poleg aditivnega genetskega vpliva vključili še vpliv skupnega okolja v gnezdu in sezono kot dan klanja. Pri analizi sistematskega dela modela smo namreč ugotovili, da sezona kot dan klanja pojasni dodatno varianco, ki jo v obliki leto-mesec ne. Ker je bilo število opazovanj za posamezen dan klanja majhno in je bila prodaja pitancev vezana bolj na povpraševanje in ponudbo kot pa na kočno maso pitanja, smo sezono kot dan klanja vključili v naključni del modela. Vpliv je bil značilen za vse analizirane lastnosti razen za odstotek mesa (tabela 21). Z vključitvijo sezone kot dan klanja v naključni del modela se ocene aditivne genetske variance in heritabilitete niso bistveno spremenile, medtem ko smo to v manjši meri, kot padec vrednosti, zaznali pri varianci ostankov. Delež variance sezone klanja kot dan zakola se je v fenotipski varianci gibal med 0,03 in 0,14 (tabela 25). Najvišje vrednosti, od 0,11 do 0,14, smo ocenili za maso in odstotek kože s podkožno maščobo šunke v topli polovici in šunki. Za druge lastnosti smo ocenili vrednosti med 0,03 in 0,08.

Da je delež variance za kožo s podkožno maščobo šunke višji kot pri drugih lastnostih lahko deloma pojasnimo z disekcijo klavnih trupov. Pri disekciji je mesar z nožem odstranil kožo s podkožno maščobo, pri čemer je v proizvodnih pogojih klavnice najbrž težko popolnoma enakomerno in natačno odstraniti maščobno tkivo od miščnine na šunki. Ob tem je potrebno še omeniti, da sta disekcije opravljala dva mesarja izmenično, torej vedno le eden mesar v enem dnevu. Ker nismo imeli zbranih podatkov o tem, tega vpliva nismo mogli preučiti. Ta dejstva so najverjetnejši razlog večjega deleža

variance za sezono kot dan klanja pri tej lastnosti. Pri pregledu literature smo zasledili, da so vključili sezono v naključni del modela le Peškovičová in sod. (2002). Omenjeni avtorji so v naključni del modela vključili vpliv sezone kot leto-mesec znotraj črede in za različne pasme ocenili primerljive deleže variance tega vpliva za odstotek mesa (0,11), maso (0,09) in delež (0,20) včvrednih telesnih delov. V prihodnje bi bilo potrebno zagotoviti, da bi disekcije izvajala vsaj dva mesarja hkrati in to tudi beležiti.

#### 5.1.3.2 Skupno okolje v gnezdu

Vpliv skupnega okolja v gnezdu je bil pomemben za maso toplih polovic, maso mesa, neto dnevni prirast, dnevni prirast mesa, maso šunke in njenih dveh delov. V primeru, da skupno okolje v gnezdu vpliva na analizirane lastnosti, so v primeru izključitve tega vpliva ocene heritabilitet precenjene. Vpliv skupnega okolja v gnezdu namreč pojasnjuje podobnost med sorodniki (brati in sestrami), ki ni genetskega izvora. Ta vpliv je v prašičereji dobro poznan in v primerjavi z drugimi vrstami domačih živali zaradi večjih gnezd bolje in lažje opazen. Deleži variance skupnega okolja v gnezdu v fenotipski varianci so se gibali med 0,06 in 0,14 (tabela 24), kar ni zanemarljivo. Vključitev tega vpliva je zmanjšala oceno aditivne genetske variance in s tem tudi heritabilitete (tabela 19 in 21), kar smo predhodno teoretično že nakazali.

Podobne ocene so dobili tudi Ducos in sod. (1993) za odstotek mesa pri pasmah large white (0,13) in franski landrace (0,09) v preizkusu v pogojih reje in Peškovčová in sod. (2002) za odstotek mesa (0,10). Ruten in sod. (2002) za odstotek mesa poročajo o višjih deležih za vpliv skupnega okolja v gnezdu, 0,20 za moško in 0,24 za žensko linijo, medtem ko Bidanel in Ducos (1996) za isto lastnost poročata o znatno manjših vrednostih, 0,01 za pasmo large white in 0,03 za pasmo franska landrace. Za maso šunke so Hermesch in sod. (2000) ocenili delež variance skupnega okolja v gnezdu na 0,14. Naše ocene deleža tega vpliva za dnevni prirast mesa (0,10, tabela 24) so primerljive z rezultati Chen in sod. (2002).

V nasprotju s prej omenjenimi rezultati tujih avtorjev v naši analizi skupno okolje v gnezdu ni vplivalo na odstotek mesa. Vpliv je bil značilen za vse lastnosti, ki so povezane z rastjo. Pri tem vplivu bi še kazalo opozoriti na strukturo podatkov. Pri ocenjevanju komponent variance in tudi pri napovedovanju plemenskih vrednosti je zaželjena čim bolj ugodna struktura. V poskus so bili vključeni od enega do trije pujski iz posameznih gnezd (tabela 9). Od vseh pitancev jih je bilo 30,67 % takšnih, ki so bili edini iz gnezda in to lahko pri izračunih povroča težave. O takšnih težavah so poročali Hermesch in sod. (2000). V tem vplivu pa se lahko skriva tudi vpliv skupnega okolja včasu pitanja, saj je možno da pitanci ostanejo skupaj do zakola.

#### 5.1.3.3 Plemenska vrednost

Za analizirane lastnosti so bile ocene heritabilitet pršakovano srednje do visoke (tabela 23), med 0,22 za neto dnevni prirast in 0,46 za odstotek mesa. Glede na to, da je odstotek mesa klavna lastnost z največjim pomenom, je takšna velikost heritabilitete dober znak za selekcijo. Standardni odklon za

plemenske vrednosti je pri odstotku mesa znašal 2,23 %, kar pomeni, da so najbolj mesnati pitanci od povprečja po plemenski vrednosti odstopali tudi za slabih 7 %. Naša ocena heritabilitete za odstotek mesa je primerljiva s povprečjem 0,43 iz 77 ocen, ki ga je objavil Ducos (1994, cit. po Sellier, 1998: 467) in 0,48 avtorjev Stewart in Schinckel (1989, cit. po Sellier, 1998: 467), kakor tudi s posamičnimi ocenami avtorjev Knapp in sod. (1997); Ruten in sod. (2002) ter Csató in sod. (2002). Ocene ostalih avtorjev, ki smo jih zbrali v tabeli 1, so bolj odstopale. Bolj kot velikost heritabilitete je zanimiva velikost aditivne genetske variance. Johansson (1987) je pri pasmi large white na testni postaji ocenil heritabiliteto za odstotek mesa na 0,81, aditivno genetsko varianco pa 5,06 %. Ocena heritabilitete je znatno višja v primerjavi z našo oceno, za aditivno genetsko varianco pa primerljiva (4,98, tabela 23). Tudi ocene istega avtorja za druge pasme in ostalih avtorjev, prav tako na testnih postajah, (Bidanel in Ducos, 1996; Sonesson in sod., 1998; Geysen in sod., 1999, 2000) nakazujejo, da smo, za takšno velikost heritabilitete, ocenili veliko aditivno genetsko varianco. Nižjo oceno heritabilitete lahko pojasnimo s samim preizkusom, saj je le ta bil izveden v pogojih reje. Tam lahko pričakujemo večjo variabilnost in posledično nižjo heritabiliteto.

Pri oceni aditivne genetske variance in heritabilitete za lastnost, kot je odstotek mesa, je pomembno poznavanje genotipa živali za sindrom maligne hipertermije (Fuji in sod., 1991), saj obstaja povezava med mesnatostjo praščev in prisotnostjo alele n za gen RYR1, ki pri recesivnih homozigotih povzroča omenjeni sindrom. Tholen in sod. (2001) je pri genetskih analizah za klavne lastnosti praščev poročal, da je vključitev genotipa za gen RYR1 v statistični model zmanjšala ocenjeno varianco klavnih lastnosti, ki je bila povzročena s segregacijo alele n. Tudi Johansson (1987) je razpravljal, da je tako visoke ocena heritabilitete za odstotek mesa (0,81) najbrž posledica prisotnosti različnih genotipov za gen RYR1. V analizah nismo vključili vpliva tega gena, ker nismo imeli znane rezultate vseh merjascev na test sindroma maligne hipertermije in tudi nismo poznali pravega genotipa pitancev. V prihodnje bi bilo potrebno opraviti analizo vpliva genotipa RYR1 na oceno komponent variance.

Za meritvi S in M smo ocenili heritabiliteto 0,39, a sta ti dve lastnosti manj zanimivi za selekcijo, saj se z spremenjanjem metod in mest merjenja na liniji klanja spreminjačijo tudi te meritve. Meritev S je lahko na drugi strani zanimiva za redno preverjanje točnosti merjenja debeline hrbtnne slanine z ultrazvokom. Za maso topnih polovic smo ocenili nižjo heritabiliteto (0,23). Tudi ta lastnost ni preveč zanimiva za selekcijo, ker je masa pitancev s tem pa tudi klavnih trupov v praktičnih razmerah pogojena z dogovorom med klavnicami in rejci. Poleg tega pa je v nacionalni selekcijski program za prašče pri nas že vključena lastnost, ki je tesno povezana z maso topnih polovic, to je trajanje pitanja od 30 do 100 kg pri merjascih na testnih postajah in trajanje pitanja od rojstva do odbire pri mladicah v preizkusu v pogojih reje (Kovač in sod., 1999). Za maso topnih polovic so podobno heritabiliteto ocenili Johansson in sod. (1987b) za pasmo hampshire, Cameron (1990a) ter McLaren in sod. (1990), medtem ko so Johansson in sod. (1987b) za pasmi landrace in large white ter Cameron (1990b) ocenili višje heritabilitete (od 0,33 do 0,46). Za slovensko populacijo praščev so Urbas in sod. (1983) poročali o heritabilitetah med 0,02 in 0,11.

Tudi za maso mesa (0,30), ki je produkt mase topnih polovic in odstotka mesa, neto dnevni prirast (0,22), in dnevni prirast mesa (0,30) velja, da so za selekcijo manj zanimive lastnosti in so v dolčeni meri že zastopane v selekcijskem programu. V pregledu literature smo za maso mesa oz. celokupni

prirast mesa zasledili ocene heritabilitet med 0,23 in 0,75 (Urbas in sod., 1983; Cameron, 1990a,b; CCSI., 2003), medtem ko so za neto dnevni prirast Pohar in sod. (1976) in von Brandt in sod. (2000) ocenili podobne vrednosti (0,20 in 0,25). Za dnevni prirast mesa so podobne heritabilitete ocenili Geysen in sod. (1999). Johansson in sod. (1987a), Cameron (1990a) ter Chen in sod. (2002) pa med 0,20 in 0,48.

Za maso šunke smo ocenili heritabiliteto na 0,27, za maso kože s podkožno mačobo ter mesa in kosti šunke pa 0,29 in 0,34 (tabela 23). Odstotek kože s podkožno mačobo šunke ter mesa in kosti šunke v topli polovici sta imela večjo oceno za heritabiliteto, 0,39 in 0,37, medtem ko smo za odstotek celotne šunke v topli polovici dobili oceno 0,27. Za maso šunke so podobne ocene heritabilitet izračunali Hermesch in sod. (2000) ter Tholen in sod. (2001), na drugi strani pa so Newcom in sod. (2002a,b,c) ocenili heritabilitete med 0,57 in 0,63. Za maso kože s podkožno mačobo šunke so Urbas in sod. (1983) ocenili heritabilitete med 0,14 in 0,45 za različne pasme in za maso mesa in kosti med 0,19 in 0,66. Za maso šunke je standardni odklon plemenskih vrednosti znašal 0,589 kg, za kožo s podkožno mačobo 0,217 kg ter za meso in kosti 0,552 kg. Tako so imeli pitanci z najtežjimi šunkami, po plemenski vrednosti za 1,767 kg težeje šunke od povprečja. Hermesch in sod. (2000) so ob malo nižji heritabiliteti za maso šunke (0,22) ocenili aditivno genetsko varianco na 0,543 kg, kar je primerljivo z našimi ocenami. Za odstotek kože s podkožno mačobo v šunki je znašala ocena heritabilitete 0,42. Enako vrednost smo ocenili tudi za odstotek mesa in kosti v šunki (tabela 23).

#### 5.1.4 Izbor klavnih lastnosti

Izbor lastnosti za selekcijo je vse prej kot lahka naloga, saj je potrebno upoštevati vč dejavnikov. Najprej mora biti lastnost lahko in natančno merljiva, sicer bi bili stroški in tudi delo z merjenjem preveliki. Nadalje mora biti lastnost dedna oz. mora imeti lastnost zadovoljivo veliko aditivno genetsko varianco. Ugodno je tudi, če je ta lastnost čimmanj povezana z ostalimi lastnostmi v selekcijskem programu, saj tako prinese nov vir informacij. Nenazadnje je pred vključitvijo lastnosti v selekcijski program potrebno določiti težo oz. pomen lastnosti. Ker je različne lastnosti težko primerjati med seboj, raje za vsako lastnost izračunamo ekonomsko težo in na podlagi teh sestavimo skupni indeks oz. agregatni genotip. Na tem mestu pa se mnogokrat zaustavi, saj je težko ali pa tudi nemogoče denarno ovrednotiti določene lastnosti. Pri tem si lahko pomagamo z enostavno delitvijo tež v deležih ali odstotkih, a še vedno je treba le te določiti. Ker je težko ovrednosti cenovna razmerja za posamezne lastnosti in ker so običajno ti podatki poslovna skrivnost, smo izbor opravili na podlagi ocen aditivne genetske variance, heritabilitet in genetskih korelacijs med analiziranimi lastnostmi.

Na podlagi velike aditivne genetske variance (4,98 %<sup>2</sup>) in visoke heritabilitete (0,46) za nacionalni selekcijski program za prašče v Sloveniji kot prvo lastnost predlagamo ocenjeni odstotek mesa z linije klanja. Ta lastnost je med vsemi analiziranimi lastnostmi najpomembnejša, saj v veliki meri vpliva na ekonomičnost prireje svinjskega mesa. Ker je to mera za plačilo svinjskega mesa, izvrednotenje ekonomskih tež ob poznavanju cenovnih razmerij ne bo težavno.

Ocena odstotka mesa ni najbolj primerna kot edina klavna lastnost, saj enačbe za ocenjevanje mesnatosti vedno nekoliko precenjujejo zamašene in podcenjujejo mesnate prašče. Poitrebno je tudi

upoštevati, da so enačbe običajno razvite za križance in ne čistopasemske živali. V primeru, ko je opravljen preizkus tudi na križancih, to nima tako velikega vpliva. Je pa problem, da enačbe za ocenjevanje mesnatosti mnogokrat zaostajajo za dejansko mesnatostjo. Kot dodatno klavno lastnost na podlagi ocen aditivne genetske variance, heritabilitet in genetskih korelacijs predlagamo maso šunke. Za maso šunke smo ocenili heritabiliteto na 0,27 in standardni odklon plemenskih vrednosti na 0,589 kg (tabela 23). To lastnost smo izbrali predvsem zaradi naslednjih dejstev:

- Ocena za genetsko korelacijo med odstotkom mesa in maso šunke kot najbolj pomembnim večvrednim telesnim delom je v naši analizi znašala -0,01 (tabela 23), kar pomeni, da lastnosti genetsko nista povezani.
- Za odstotek mesa in maso kože s podkožno maščobo šunke smo ocenili visoko genetsko korelacijo ( $r_{DM-SUNF}=-0,74$ , tabela 23) z negativnim predznakom. Torej lahko s selekcijo na odstotek mesa hkrati zmanjšujemo maso kože s podkožnim maščobnim tkivom na šunki.
- Genetska korelacija med odstotkom mesa in maso mesa in kosti šunke je bila pozitivna, a nizka ( $r_{DM-SUNM}=0,29$ , tabela 23). Rezultat se ujema z nizko fenotipsko korelacijo med odstotkom mesa in maso šunke, saj meso in kosti predstavljajo večino šunke. S selekcijo samo na odstotek mesa tako ne moremo pričakovati bistvene napredke pri masi mesa in kosti šunke.
- Masa šunke in masa kože s podkožno maščobo šunke sta na genetskem nivoju pozitivno povezani, a je povezava šibka ( $r_{SUN-SUNF}=0,24$ , tabela 23). Z odbiro živali s težjimi šunkami bi hkrati povečevali tudi maso podkožnega maščobnega tkiva na šunki, a bi bil ta posredni učinek majhen.
- Med maso šunke in maso mesa in kosti šunke smo ocenili pozitivno in zelo visoko genetsko korelacijo ( $r_{SUN-SUNM}=0,93$ , tabela 23). Torej bi s selekcijo samo na maso šunke hkrati povečevali maso podkožne maščobe, še bolj pa maso mesa, pri čemer predpostavljamo, da se masa kosti in kože ne bi bistveno spremenili.

Če vključimo odstotek mesa in maso šunke v selekcijski program, lahko prčakujemo pozitivne spremembe, zmanjšanja mase podkožnega tkiva na šunki in posledično po celiem telesu in povečanja mase mesa na šunki in posledično tudi pri drugih večvrednih telesnih delih. Za maso kože s podkožno maščobo ter mesa in kosti šunke menimo, da nista najbolj primerni lastnosti, saj disekcija znatno povča stroške preizkusa. Prav tako pa bi bilo izvrednotenje ekonomskih tež za ti dve lastnosti težavno. Za maso šunke menimo, da bi to izvrednotenje morali biti lažje, saj je šunka najpomembnejši včvredni telesni del.

Meritvi S in M nista primerni, ker se metode merjenja mesnatosti na liniji klanja z njimi pa tudi meritve hitro spreminja. Masa toplih polovic, masa mesa, neto dnevni prirast in dnevni prirast mesa tudi niso lastnosti, ki bi bile primerne za selekcijski program za prašče, saj so lastnosti, ki so že v programu ali pa smo jih predlagali mi, močno povezane z njim. Za odstotke šunke in njenih dveh delov v topli polovici in v šunki se nismo dolgočili, ker so to le preračunane lastnosti iz drugih meritiv

in tako ne morejo zagotoviti večjih napredkov kot predlagane lastnosti. Po drugi strani pa je s temi lastnostmi problem, saj bi s selekcijo na le te spremnigli konstitucijo prašča.

## 5.2 SKLEPI

Na podlagi našega dela smo prišli do naslednjih sklepov:

Preizkus sorodnikov v pogojih reje bi moral bolj enakomerno zastopati vsečiste pasme in križance na posamezni farmi. V preizkus naj bi bila vključena po dva pujska iz posameznega gnezda in potrebno bi bilo spremljati kateri pitanci so skupaj skozi celoten preizkus. Poznavanje genotipa za gen RYR1 je ključnega pomena, saj ima ta gen velik vpliv na klavne lastnosti. Tehtanje pred in vsaj na koncu preizkusa bi omogočilo bolj natančno korekcijo. Meritev mase pred zakolom bi omogočila tudi izračun klavnosti, ki je pogosto vključena v seleksijske programe. Starost in telesna masa bi morali biti čim bolj konstantni ob zaključku preizkusa. Pri disekciji bi morala hkrati sodelovati vsaj dva mesarja, da se zagotovi primerjava. Njuno delo bi bilo potrebno beležiti.

Na analizirane klavne lastnosti vplivajo starost ob zakolu, masa topnih polovic, spol, genotip, sezona kot leto-mesec in dan klanja in skupno okolje v gnezdu. Za ocenjevanje komponent variance in napovedovanje plemenskih vrednosti je bolj primeren model s starostjo ob zakolu, ker model z maso topnih polovic podcenjuje fenotipsko varianco in varianco vzročnih komponent. Takšen model je še posebj pomemben pri masi šunke in njenih delov.

Ocene fenotipske variance so velike, kar je za preizkus v pogojih reje razumljivo. Velike so tudi ocene aditivne genetske variance in s tem odprte možnosti za selekcijo na klavne lastnosti. Heritabilitete za klavne lastnosti so srednje do visoke. Ocene so se gibale med 0,22 in 0,46. Delež variance skupnega okolja v gnezdu je značilen za lastnosti, ki predstavljajo prirast in se giblje med 0,07 in 0,14. Delež variance sezone kot dan klanja je manjši, med 0,03 in 0,14, pri čemer višje ocene pripadajo masi in odstotku kože s podkožno maščobo v topnih polovicah in v šunki.

Na podlagi ocen aditivne genetske variance, heritabilitet, genetskih korelacijs in lastnosti, ki so že v seleksijskem programu, predlagamo za selekcijo klavnih lastnosti odstotek mesa in maso celotne šunke. S selekcijo na ti dve lastnosti lahko pričakujemo višjo mesnatost, težje šunke in posredno manj podkožne maščobe na šunki in drugod po telesu ter več mesa v šunki in drugih večvrednih klavnih kosih.

## 6 POVZETEK

V nacionalnem selekcijskem programu za prašče trenutno ni lastnosti, ki bi v zadostni meri omogočala selekcijo na klavne lastnosti. Debelina hrbtne slanine merjena z ultrazvokom pri približno 100 kg pri preizkusu lastne proizvodnosti merjascev na testnih postajah je sicer dobra kot posredna mera za oceno mesnatosti, a zaradi zmanjšanja variance in sprememb pri porazdelitvi ni več zadostna kot edina mera za selekcijo na klavne lastnosti. Poleg debelin hrbtne slanine so bile do leta 1997 v selekcijski program vključene tudi meritve klavnih lastnosti pri merjascih izloženih iz testnih postaj. Ta tip preizkusa je bil ukinjen, ker so merjasci v klavnicih nezaželeni in slabo plăcani. Znatno se je iz leta v leto spremenjal tudi delež izloženih merjascev. Dodatne klavne lastnosti bi lahko izbrali med naslednjimi lastnostmi: klavnost, dolžina klavne polovice, debelina in površina dolge hrbtne mišice in pripadajoče slanine ter njuno razmerje, odstotek mesa z linije klanja, masa ali delež vseh ali posameznih večvrednih telesnih delov in dnevni prirast mesa. Te lastnosti bi lahko merili v preizkusu sorodnikov v pogojih reje. Predno pa lahko posamezne lastnosti vključimo v selekcijski program, moramo poznati njihov ekonomski pomen, vire variabilnosti in fenotipske ter genetske parametre v dani populaciji.

Z namenom vključitve klavnih lastnosti v selekcijski program so na selekcijski farmi Nemšak opravili poskus v katerem so po vsakem merjascu, ki se je uporabljal v nukleusu za osemenjevanje, izbrali po dva pitanca iz 20 gnezd in jih naselili v proizvodne pogoje pitaliča. Po zaključku pitanja so za te pitance na liniji klanja zbrali meritve kontrolen službe INSPECT (meritvi S in M, maso topnih polovic ter ocenjeni odstotek mesa). Dan po zakolu so v mesariji Hanžekovč opravili delno disekcijo. Disekcije sta opravljala izmenično dva mesarja. Mesar je od ohlavene desne klavne polovice ločil zadnjo nogo ter nogi odstranil parkelj in rep. Tako pripravljeno zadnjo nogo (šunka) je mesar stehtal. Nadalje je s šunke odstranil kožo s podkožno mašobo in ločeno stehtal kožo s podkožno mašobo in meso z vraščenimi kostmi.

V analizo smo zajeli 2158 pitancev različnih genotipov: pasma švedska landrace, križanci med linijo 12 ali 21 in pasmo pietrain, nemško landrace ter njunimi križanci, to je linijo 54. Pitanci so bili potomci 134 merjascev in 1253 svinj. Razmerje med spoloma (svinjke, kastrati) je bilo enotno. Pitanci so bili tetovirani z rodovniško številko svinje in imeli znanega četa. Na podlagi tega smo sestavili poreklo, v katerega smo vključili vse znane prednike, ki so imeli vsaj dva potomca.

Ker so cenovna razmerja poslovna skrivnost in jih je za nekatere lastnosti tudi težko dolčiti, smo izbor lastnosti opravili na podlagi podrobne ocene aditivnih genetskih varianc, heritabilitet in genetskih korelacijs med analiziranimi lastnostmi. Z metodo najmanjših kvadratov smo v programu SAS analizirali vpliv spola, genotipa, sezone. Vpliva genotipa za gen RYR1 nismo mogli vključiti v analizo, ker nismo imeli rezultate za test na sindrom maligne hipertermije za vse merjasce, ki so bili četje pitancev v poskusu. Ker so bili pitanci ob zakolu različno stari in težki, smo z modelom ST (starost ob zakolu) in modelom MTP (masa topnih polovic) preučili tudi te razlike, a le za en vpliv naenkrat, ker sta masa topnih polovic in starost ob zakolu avtokorelirani. Naključni del modela smo analizirali z metodo omejene največje zanesljivosti (REML) v programu VCE-5. Analizo naključnega dela modela smo opravili v več korakih. Najprej smo z enostavnim modelom živali ocenili komponente

variance in napovedali plemenske vrednosti po modelu ST in modelu MTP ter vrednosti med seboj primerjali. V naslednjem koraku smo v enolastnostni model dodali še naključni vpliv skupnega okolja v gnezdu in sezone kot dan klanja. V zadnjem koraku smo opravili ocene komponent variance z večlastnostnimi modeli.

Z maso toplih polovic pojasnimo večji del variance, še posebej pri masi šunke, masi kože s podkožno maščobo šunke, masi mesa in kosti šunke ter meritvah S in M. Razlika med modelom ST in modelom MTP se je poznala tudi pri vplivu spola, saj so bile razlike med svinjkami in kastrati večje po modelu ST. Razlog za to je bila večja masa toplih polovic in hkrati enaka starost ob zakolu pri kastratih v primerjavi s svinjkami. Z modelom MTP smo te razlike odstranili, medtem ko model ST tega ne upošteva. Na splošno so bile svinjke lažje in bolj mesnate pri isti starosti kakor tudi telesni masi. Pri isti starosti so imele lažje šunke, a le zaradi manjše mase kože s podkožno maščobo tega klavnega kosa. Na drugi strani so imele težje šunke in tudi večjo maso mesa in kosti v šunki pri isti masi toplih polovic.

Med genotipi so bili najbolj mesnati pitanci iz križanja med linijo 12 ali 21 in pasmo pietrain. Sledili so pitanci linije 12, pasme švedska landrace, križanci med linijo 12 ali 21 ter linijo 54. Najslabše rezultate so dosegli križanci med linijo 12 ali 21 in pasmo nemška landrace. Meritve na liniji klanja in v mesariji so bile opravljene med aprilom leta 1999 in decembrom leta 2000. V tem časovnem odbobju sta se starost ob zakolu in masa toplih polovic znatno spreminali. Z vključitvijo vpliva sezone kot interakcija leto-mesec smo pojasnili splošen trend sprememb. Ker pa so na farmi prodajali pitance predvsem glede na stanje ponudbe in povpraševanja na trgu, so bila ob mesčnih izrazita tudi dnevna odstopanja. Razlike med posameznimi dnevi klanja so naključno odstopale od splošnega mesečnega trenda sprememb. Zaradi tega in dodatno majhnega števila meritev za posamezne dneve klanja smo, poleg sezone kot leto-mesec v sistematskem delu modela, vključili še sezono kot dan klanja v naključni del modela.

Ocene fenotipske variance in njenih vzročnih komponent ter korelacije med plemenskimi vrednostmi po enostavnem modelu živali so pokazale, da model MTP v primerjavi z modelom ST odstrani prevelik del variance. Ta pojav je bil najbolj izrazit pri lastnostih, ki so močeneje povezane z rastjo. Te lastnosti so bile: meritvi S in M, masa šunke, masa kože s podkožno maščobo na šunki ter masa mesa in kosti šunke. Z modelom MTP je pri teh lastnostih prihajalo do avtokorelacije med lastnostjo in maso toplih polovic. Na podlagi rezultatov smo se odločili, da bomo za nadaljne analize uporabili model ST. Pri odstotku mesa, neto dnevnemu prirastu in dnevnemu prirastu mesa smo uporabili model brez korekcij (model B).

Vključitev naključnih vplivov skupnega okolja v gnezdu in sezone kot dan klanja je povzročila zmanjšanje aditivne genetske variance kakor tudi variance ostankov. Aditivna genetska varianca se je pri masi toplih polovic, neto dnevnem prirastu, dnevnem prirastu mesa, masi šunke, masi kože s podkožno maščobo šunke ter masi mesa in kosti šunke zmanjšala predvsem na rāčun variance skupnega okolja v gnezdu, ki pojasnjuje dodatno podobnost med sorodniki iz istega gnezda. Podobnost povzroča skupno okolje v gnezdu kot okoliška komponenta in maternalni vpliv kot genetska komponenta. Pri drugih lastnostih so bile ocene variance skupnega okolja v gnezdu zelo nizke. V primeru nizkih

ocen tega vpliva nismo vključili v nadaljne analize. Na drugi strani se je varianca ostankov zmanjšala predvsem na račun vključitve vpliva sezone kot dan klanja. Za ta vpliv smo pri vseh lastnostih razen odstotku mesa ocenili majhen delež variance, ki pa je bil večji od nič.

Večlastnostne analize vseh lastnosti hkrati nam ni uspelo opraviti. Problem je predstavljal optimizacija sistema enačb, sistem ni skonvergiral. Najbolj verjeten razlog za to so visoke korelacije med posameznimi lastnostmi. Zato smo naredili vse možne dvolastnostne analize in izračunali povprečja ter razpon vseh ocen. Skupaj smo ocenili 2387 ocen posameznih parametrov iz 105 modelov.

Za vse lastnosti je bila fenotipska varianca velika. To je glede na preizkus v pogojih reje razumljivo. Za sezono kot dan klanja smo dobili ocene deleža variance tega vpliva v fenotipski varianci med 0,03 in 0,14. Višje vrednosti smo ocenili za maso kože s podkožno maščobo šunke, kakor tudi odstotek tega dela v celiem klavnem trupu in šunki ter za odstotek mesa in kosti šunke v šunki. Višje ocene pri teh lastnostih lahko pojasnimo z disekcijo, saj je v proizvodnih razmerah težko zagotoviti konstantne pogoje. Delež variance skupnega okolja v gnezdu v fenotipski varianci se je gibal med 0,06 in 0,14, pri čemer so bile korelacije med posameznimi lastnostmi zelo visoke ( $r>0,87$ ).

Ocene aditivne genetske variance so bile zadovoljivo velike, kar je pogoj za selekcijo. Standardni odklon plemenskih vrednosti je za odstotek mesa znašal 2,23 %, za maso mesa 2,46 kg, za neto dnevni prirast 19,6 g/dan, za dnevni prirast mesa 13,2 g/dan in 0,589 kg za maso šunke. Za analizirane lastnosti so se ocene heritabilitet pričakovano in v skladu z literaturo gibale med 0,22 (neto dnevni prirast) in 0,46 (odstotek mesa). Nižje vrednosti smo ocenili za maso toplih polovic (0,23), maso šunke (0,27), maso kože s podkožno maščobo šunke in njen odstotek v topnih polovici (0,29 in 0,28) ter za maso mesa in dnevni prirast mesa (obe 0,30).

Na podlagi ocen aditivnih genetskih varianc, heritabilitet in genetskih korelacijs med posameznimi lastnostmi ter nabora lastnosti, ki so trenutno v selekcijskem programu za prašče v Slovenije, smo se odločili katere klavne lastnosti bi izbrali. Meritev S in M nista primerni, ker se metode za ocenjevanje mesnatosti, s tem pa tudi meritve, hitro spreminja. Za maso toplih polovic smo ocenili najnižjo heritabiliteto. Masa toplih polovic je običajno že okvirno določena s prodajno težo prašičev. Leta je mnogokrat dogovorjena med rejcem in klavnico. Nenazadnje je v selekcijskem program že vključena lastnost, ki je z maso toplih polovic močno povezna. To je trajanje pitanja tako pri preizkusu lastne proizvodnosti merjascev in mladičev.

Odstotek mesa je lastnost, ki v veliki meri določa ekonomičnost prieje svinjskega mesa. Ker je to mera za plačilo klavnih trupov, določitev ekonomskih tež ne bi smela biti težavna. Zanjo smo ocenili najvišjo heritabiliteto (0,46). Tudi ocena aditivne genetske variance je bila velika. Na podlagi ocen le te lahko pričakujemo, da najbolj mesnati prašči po plemenski vrednosti odstopajo od povprečja za slabih 7 %. Zaradi naštetih dejstev predlagamo, da se ta lastnost vključi v selekcijski program. Ker je ocena odstotka mesa z linije klanja lahko podcenjena, je potrebno vključiti še dodatno lastnost, ki bi odpravila to pristranost. Za maso mesa, ki je produkt odstotka mesa in mase toplih polovic, neto dnevni prirast in dnevni prirast mesa velja, da so za selekcijo manj zanimive lastnosti, saj so v selekcijskem programu in ob predlogu izbire odstotka mesa že deloma zastopane, ocene heritabilitet in aditivne genetske variance pa niso preveč ugodne.

Pri lastnostih šunke smo dobili ocene heritabilitet med 0,27 in 0,39, pričemer so bile višje vrednosti za odstotek kože s podkožno maščobo v šunki ter odstotek mesa in kosti v šunki. Za ti dve dve lastnosti lahko rečemo, da bi bila določitev ekonomskih tež težavna. Menimo, da lastnosti nista primerni, ker bi z selekcijo na eno od teh dveh lastnosti spremajali sestavo zadnje noge in s tem negativno vplivali na konstitucijo živali. Enako velja tudi za odstotek šunke in njenih delov glede na maso celotnega klavnega trupa.

Masa šunke je zelo visoko korelirana (0,93) z maso mesa in kosti v šunki. Na drugi strani je korelacija s kožo in podkožno maščobo nizka (0,24) in praktično nič (-0,01) z odstotkom mesa. Odstotek mesa je na drugi strani visoko koreliran (-0,74) z maso kože in podkožne mašcobe šunke ter nizko (0,29) z maso mesa in kosti v šunki. Na podlagi teh genetskih korelacij med odstotkom mesa kot prvo predlagano lastnostjo, maso šunke in njenih dveh delov ter velike aditivne genetske variance za maso šunke kot dodatno lastnost predlagamo maso šunke. Glede na to, da je šunka klavni kos z največjo vrednostjo, določitev cenovnih razmerij in ekonomskih tež ne bi smela biti težavna.

Za vključitev klavnih lastnosti v selekcijski program za prašče v Slovenij tako predlagamo odstotek mesa in maso celotne šunke, ki bi ju merili s pomočjo preizkusa (pol)sestrskih skupin v pogojih reje. S selekcijo na ti dve lastnosti lahko pričakujemo višjo mesnatost, težje šunke in posredno manj podkožne mašcobe na šunki in drugod po telesu ter več mesa v šunki in drugih večvrednih klavnih kosih.

## 7 VIRI

- Abrutat D.J., Schofield C.P., Wood J.D., Frost A.R., White R.P. 1999. Relationships between in vivo conformation measurements and the composition of growing and finnishing pigs. V: 50th Annual meeting of the European Association for Animal Production (EAAP), Zürich, 22-26 avg. 1999. Wageningen, Wageningen Pers: Session P3.17.
- Andersen S., Ohl G., Pedersen I. 1993. Continous genetic evaluation in Denmark. V: Symposium on application of mixed linear models in the prediction of genetic merit in pigs, Mariensee, 27. maj 1993. Groeneveld E. (ed.). Mariensee, Institute of Animal Husbandry and Animal Ethology Mariensee, FAL: 55–59.
- Andersen S., Petersen E.S. 1990. The national breeding programme. V: 4th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, Edinburgh, 23-27 jun. 1990. Edinburgh, The East of Scotland College of Agriculture, vol. 15: 431–434.
- Bampton P.R. 1992. Best linear unbiased prediction for pigs - the commercial experience. Pig News Inf., 13: 125–129N.
- Bampton P.R., Curran M.K. 1977. Relationship between "on-farm" and "central" performance testing procedures in pigs. World rev. anim. prod., 13: 11–18.
- Bereskin B. 1975. Comparing own with sib performance for testing boars. J. Anim. Sci., 41: 771–778.
- Bidanel J.P. 1998. Benefits and limits of increasingly sophisticated models for genetic evaluation: the example of pig breeding. V: 6th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, Armidale, 11-16 jan. 1998. Armidale, University of New England, vol. 25: 577–684.
- Bidanel J.P., Ducos A. 1996. Genetic correlations between test station and on-farm performance traits in Large White and French Landrace pig breeds. Livest. Prod. Sci., 45: 55–62.
- Bidanel J.P., Milan D., Iannuccelli N., Boscher Y.A.M.Y., Bourgeois F., Caritez J.C., Gruand J., Roy P.L., Lagant H., Quintanilla R., Renard C., Gellin J., Ollivier L., Chevalet C. 2001. Detection of quantitative trait loci for growth and fatness in pigs. Genet. Sel. Evol., 33: 289–309.
- Bidanel J.P., Rothschild M. 2002. Current status of quantitatitve trait locus mapping in pigs. Pig News Inf., 23: 39N–54N.
- Blicharski T., Ostrowski A. 1997. The use of ultrasonic measurements of ham thickness in estimating the slaughter value of pigs. V: 48th Annual meeting of the European Association for Animal Production (EAAP), Vienna, 25-28 avg. 1997. Wageningen, Wageningen Pers: Session P5.27.
- Brandt H. 1993. BLUP development in pig breeding. Arch. Tierz., 36: 189–195.
- Brandt H., Götz K.U. 1993. Progeny test for AI-sires. V: Symposium on application of mixed linear models in the prediction of genetic merit in pigs, Mariensee, 27. maj 1993. Groeneveld E. (ed.). Mariensee, Institute of Animal Husbandry and Animal Ethology Mariensee, FAL: 77–82.

- Brandt H., Wörner R. 1995. New field testing systems for AI-boars. *Arch. Tierz.*, 38: 299–304.
- von Brandt H., Wörner R., Henne H. 2000. Analyse der nachkommenprüfung von besamungsebern in TOP-Genetik programmen. *Zuechtungskunde*, 72: 59–68.
- Branscheid W., Sack E., Grundl E., Dempfle L. 1989. Breed influences on the validity of grading results and the effect of different systems on meat quality. V: EAAP publication 41. New techniques in pig carcass evaluation. O’Grady J.F. (ed.). Wageningen, Wageningen Pers: 3-15.
- Brascamp E.W., Haley C.S., Groenen M.A.M., Janss L.L.G. 1995. PiGMaP: gene mapping and its contribution to meat production and meat quality parameters. *Pig News Inf.*, 16: 41N–46N.
- Brisbane J. 1996. Genetic evaluation for meat and carcass quality. V: Record of proceedings national swine improvement federation conference and annual meeting, Ottawa, 5-7 dec. 1996. NSIF 21  
<http://mark.asci.ncsu.edu/nsif/96proc/brisban1.htm> (1. jul. 2003).
- Cameron N.D. 1990a. Comparison of Duroc and British Landrace pigs and the estimation of genetic and phenotypic parameters for growth and carcass traits. *Anim. Prod.*, 50: 141–153.
- Cameron N.D. 1990b. Genetic and phenotypic parameters for carcass traits, meat and eating quality traits in pigs. *Livest. Prod. Sci.*, 26: 119–135.
- Cameron N.D., Curran M.K. 1995. Responses in carcass composition to divergent selection for components of efficient lean growth rate in pigs. *Anim. Sci.*, 61: 347–359.
- CCSI. 2003. Canadian centre for swine improvement. Variance components assumed in CCSI’s genetic evaluation model for carcass traits.  
<http://www.ccsi.com/genetics/varcomp.htm> (1. jul. 2003).
- Chen P., Bass T.J., Dekkers J.C.M., Koehler K.J., Mabry J.W. 2003. Evaluation of strategies for selection for lean growth rate in pigs. *J. Anim. Sci.*, 81: 1150–1157.
- Chen P., Bass T.J., Marby J.W., Dekkers J.C.M., Koehler K.J. 2002. Genetic parameters and trends for lean growth rate and its components in U.S Yorkshire, Duroc, Hampshire, and Landarce pigs. *J. Anim. Sci.*, 80: 2062–2070.
- Chesnais J.P. 1996. The Canadian swine improvement system. V: Record of proceedings national swine improvement federation conference and annual meeting, Ottawa, 5-7 dec. 1996. NSIF 21  
<http://mark.asci.ncsu.edu/nsif/96proc/csis.htm> (1. jul. 2003).
- Clausen H., Gerwig C. 1958. Pig breeding, recording and progeny testing in European countries. FAO agricultural studies 44. Rome, FAO: 128 str.
- Clutter A.C., Brascamp E.W. 1998. Genetics of performance traits. V: Genetics of the pig. Rothschild M.F., Ruvinsky A. (eds.). Wallingford, CAB International: 427-462.
- Csató L., Nagy I., Farkas J., Radnócz L. 2002. Genetic parameters of production traits of Hungarian pig populations evaluated in separated and joint (field and station) tests. *Arch. Tierz.*, 45: 375–386.

- Culbertson M.S., Marby J.W., Misztal I., Gengler N., Bertrand J.K., Varona L. 1998. Estimation of dominance variance in purebred Yorkshire swine. *J. Anim. Sci.*, 76: 448–451.
- Čandek-Potokar M. 2003. Meritve klavnih lastnosti in kakovosti mesa pri selekciji praščev (predlog). Strokovni svet za selekcijo praščev, 13. feb. 2003 (neobjavljeno).
- Čop D., Kovač M., Malovrh Š. 2003. Ocena mesnatosti praščev na liniji klanja v letu 2002. Meso in mesnine, 4: 5–11.
- DanBred. 2003. DanBred - Your Partner in Pig Breeding. Accurate testing.  
[http://www.danbreed.com/contact/pdf/YourPartner\\_EN.pdf](http://www.danbreed.com/contact/pdf/YourPartner_EN.pdf) (1. jul. 2003).
- Diestre A., Kempster A.J. 1985. The estimation of pig carcass composition from different measurements with special reference to classification and grading. *Anim. Prod.*, 41: 383–391.
- van Dijk J., Rydhmer L., Johansson K., Lundeheim N., Andersson K. 1999. Simulation-based evaluation of four scenarios for pig testing at a central test station. *Acta Agric. Scand. Sect. A Anim. Sci.*, 49: 42–48.
- Drobnič M., Groeneveld E., Kovač M., Tavčar J., Šalehar A., Logar B., Ule I., Marušič M., Krašović M. 1994. PiggyBank - program za podporo informacijskega sistema v praščereji. Domžale, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko: 29 str.
- Ducos A., Bidanel J.P., Ducrocq V., Boichard B., Groeneveld E. 1993. Multivariate restricted maximum likelihood estimation of genetic parameters for growth, carcass and meat quality traits in French Large White and French Landrace pigs. *Genet. Sel. Evol.*, 25: 475–493.
- Enfält A.C., Lundström K., Hansson I., Johansen S., Nyström P.E. 1997. Comparison of non-carriers and heterozygous carriers of RN-allele for carcass composition, muscle distribution and technological meat quality in Hampshire-sired pigs. *Livest. Prod. Sci.*, 47: 221–229.
- Estany J., Alfonso L., Babot D., Noguera J.L. 1993. Genetic evaluation in Spain. V: Symposium on application of mixed linear models in the prediction of genetic merit in pigs, Mariensee, 27. maj 1993. Groeneveld E. (ed.). Mariensee, Institute of Animal Husbandry and Animal Ethology Mariensee, FAL: 26–31.
- Ferjan J., Ločniškar F., Urbas J. 1963. Poročilo o rezultatih progenotestiranja praščev za leto 1962. Ljubljana, Kmetijski inštitut Slovenije, vol. 17.
- Fernández A., de Pedro E., Núñez N., Silió L., García-Casco J., Rodríguez C. 2003. Genetic parameters for meat and fat quality and carcass composition traits in Iberian pigs. *Meat Sci.*, 64: 405–410.
- Fernando R.L., Grossman M. 1989. Marker assisted selection using best linear unbiased predictor. *Genet. Sel. Evol.*, 21: 467–477.
- Fowler V.R., Bichard M., Pease A. 1976. Objectives in pig breeding. *Anim. Prod.*, 23: 365–387.

- Fuji J., Otsu K., Zorzato F., Leon S.D., Khanna V.K., Weiler J.E., O'Brien P.J., McLennan D.H. 1991. Identification of a mutation in porcine ryanodine receptor associated with malignant hyperthermia. *Science*, 253: 448–451.
- Geysen D., Janssens S., Vandepite W. 1999. Genetic parameters for fattening traits in the Belgian Piétrain population. V: 50th Annual meeting of the European Association for Animal Production (EAAP), Zürich, 22-26 avg. 1999. Wageningen Pers: Session PGN4.14.
- Geysen D., Janssens S., Vandepite W. 2000. Genetic parameters for fattening traits in the Belgian Piétrain population. V: 51st Annual meeting of the European Association for Animal Production (EAAP), Hague, 21-24 avg. 2000. Wageningen, Wageningen Pers: Session P2.3.
- Gibson J.P., Aker C., Ball R. 1998. Levels of genetic variation for growth, carcass and meat quality traits of purebreed pigs. V: 6th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, Armidale, 11-16 jan. 1998. Armidale, University of New England, vol. 23: 499–502.
- Godfrey N.W., Frapple P.G., Paterson A.M., Payne H.G. 1991. Differences in the composition and tissue distribution of pig carcasses due to selection and feeding level. *Anim. Prod.*, 53: 97–103.
- Goldberger A.S. 1962. Best linear unbiased prediction in the generalized linear regression model. *J. Amer. Stat. Assoc.*, 57: 369–375.
- Gorjanc G., Čandek-Potokar M., Šegula B., Malovrh Š., Kovač M. 2003. Ocena mesnatosti prašičev po enačbah DM5 in HGP4. V: Spremljanje proizvodnosti prašičev, I. del. Domžale, Biotehniška fakulteta, Katedra za etologijo, biometrijo in selekcijo ter praščerejo: 63–72.
- Götz K.U. 2002. Status of performance testing and genetic evaluation in the participating countries. V: International Workshop on Genetic Evaluation of Pigs, Nitra, 17-21 apr. 2002 (neobjavljen).
- Groeneveld E. 1990. PEST User's Manual. Neustadt, Institute of Animal Husbandry and Animal Behaviour, FAL: 80 str.
- Groeneveld E., Csató L., Farkas J., Radnóczki L. 1996. Joint genetic evaluation of field and station test in the Hungarian Large White and Landrace populations. *Arch. Tierz.*, 39: 513–531.
- Groeneveld E., Kovač M., Wang T. 1990. PEST, a general purpose BLUP package for multivariate prediction and estimation. V: 4th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, Edinburgh, 23-27 jun. 1990. Edinburgh, The East of Scotland College of Agriculture, vol. 13: 488–491.
- Henderson C.R. 1953. Estimation of variance and covariance components. *Biometrics*, 9: 226–252.
- Henderson C.R. 1963. Selection index and expected genetic advance. V: Statistical genetics and plant breeding. Hanson W.D., Robinson H.F. (eds.). Washington DC, National Academy of Sciences and National Research Council: 141–163.

- Henderson C.R. 1976. A simple method for computing the inverse of a numerator relationship matrix used in prediction of breeding values. *Biometrics*, 32: 69–83.
- Henderson C.R. 1984. Applications of linear models in animal breeding. Guelph, University of Guelph: 462 str.
- Henderson C.R., Kempthorne O., Searle S.R., von Korsigk C.M. 1959. The estimation of environmental and genetic trends from records subject to culling. *Biometrics*, 15: 192–218.
- Henderson C.R., Quaas R.L. 1976. Multiple trait evaluation using relatives' records. *J. Anim. Sci.*, 43: 1188–1197.
- Hermesch S., Luxford B.G., Graser H.U. 2000. Genetic parameters for lean meat yield, meat quality, reproduction and feed efficiency traits for Australian pigs. I. Description of traits and heritability estimates. *Livest. Prod. Sci.*, 65: 239–248.
- Hicks C., Tsutomu F., Schnickel A.P. 1998. Estimates of genetic parameters for daily gain and carcass traits for Japanese Large White swine. V: Purdue 1998 swine day report.  
<http://www.ansc.purdue.edu/swine/swineday/sday98/psd27-98.htm> (1. jul. 2003).
- Hofer A. 1998. Variance component estimation on animal breeding: a review. *J. Anim. Breed. Genet.*, 115: 247–265.
- Hofer A., Hagger C., Künzi N. 1992a. Genetic evaluation of on-farm tested pigs using animal model. I. Estimation of variance components with restricted maximum likelihood. *Livest. Prod. Sci.*, 30: 69–82.
- Hofer A., Hagger C., Künzi N. 1992b. Genetic evaluation of on-farm tested pigs using animal model. II. Prediction of breeding values with a multiple trait model. *Livest. Prod. Sci.*, 30: 83–97.
- Hudson G.F.S., Kennedy B.W. 1985. Genetic evaluation of swine for growth rate and backfat thickness. *J. Anim. Sci.*, 61: 83–91.
- Johansson K. 1987. Evaluation of station testing of pigs. II. Multiple trait versus single trait estimation of genetic parameters for meat quality measurements. *Acta Agric. Scand. Sect. A Anim. Sci.*, 37: 108–119.
- Johansson K., Andersson K., Danell O. 1986. Estimation of breeding values for performance tested pigs with sibs at test station. V: 3rd World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, Lincoln, 16–22 jul. 1986. Lincoln, University of Nebraska, vol. 10: 174–181.
- Johansson K., Andersson K., Lundeheim N. 1987a. Evaluation of station testing of pigs. I. Genetic parameters for feed measurements and selection effects on voluntary feed intake. *Acta Agric. Scand. Sect. A Anim. Sci.*, 37: 93–107.

- Johansson K., Andersson K., Sigvardsson J. 1987b. Evaluation of station testing of pigs. III. Genetic parameters for carcass measurements of partially dissected pigs. *Acta Agric. Scand. Sect. A Anim. Sci.*, 37: 120–129.
- Johnson R.K. 1981. Crossbreeding in swine: experimental results. *J. Anim. Sci.*, 52: 906–923.
- Karras K., Niebel E., Karb H., Grüninger A., Ramirez M. 1993. A 7 trait multivariate genetic evaluation. V: Symposium on application of mixed linear models in the prediction of genetic merit in pigs, Mariensee, 27. maj 1993. Groeneveld E. (ed.). Mariensee, Institute of Animal Husbandry and Animal Ethology Mariensee, FAL: 32–40.
- Knap P.W. 1990. The herdbook society / breed association. V: 4th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, Edinburgh, 23-27 jun. 1990. Edinburgh, The East of Scotland College of Agriculture, vol. 15: 439–442.
- Knap P.W. 1993. Multivariate genetic evaluation in the Dutch pig herdbook. V: Symposium on application of mixed linear models in the prediction of genetic merit in pigs, Mariensee, 27. maj 1993. Groeneveld E. (ed.). Mariensee, Institute of Animal Husbandry and Animal Ethology Mariensee, FAL: 42–46.
- Knap P.W., Graat E.A.M. 1992. Non-genetic effects of herd of origin in central testing data of pigs. *Pig News Inf.*, 13: 27N–29N.
- Knap P.W., Sosnicki A.A., Klont R.E., Lacoste A. 2002. Simultaneous improvement of meat quality and growth-and-carcass traits in pigs. V: 7th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, Montpellier, 19-23 avg. 2002. Castanet-Tolosan, INRA, vol. 31: 339–346.
- Knapp P., William A., Sölkner J. 1997. Genetic parameters for lean meat content and meat quality traits in different pig breed. *Livest. Prod. Sci.*, 52: 69–73.
- Kovač M. 1989. Ocenjevanje genetskih parametrov z BLUP metodo. Magistrsko delo. Ljubljana, Univerza Edvarda Kardelja v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, VTOZD za živinorejo: 56 str.
- Kovač M., Groeneveld E. 2002. VCE-5 User's guide and Reference Manual Version 5.1. Neustadt, Institute of Animal Science, FAL, Mariensee (v pripravi).
- Kovač M., Malovrh Š., Logar B. 1999. Novosti pri napovedovanju plemenskih vrednosti v slovenski prašičereji. Sodobno kmetijstvo. Priloga: Slovenska prašičereja IX, 32: 368–374.
- Kovač M., Šalehar A., Štuhec I., Malovrh Š., Gorjanc G., Kovačič K., Jug A., Marušič M., Ule I., Čop D., Urankar J., Čandek-Potokar M., Šegula B., Kropec I., Puconja P. 2002a. Preizkušnja prašičev na testni postaji Podgrad v letu 2001. Domžale, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko: 50 str.
- Kovač M., Šalehar A., Štuhec I., Malovrh Š., Gorjanc G., Kovačič K., Jug A., Marušič M., Ule I., Čop D., Urankar J., Čandek-Potokar M., Šegula B., Vnuk M.G., Zrim J. 2002b. Preizkušnja prašičev na

testni postaji Nemščak v letu 2001. Domžale, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko: 56 str.

Kovač M., Šalehar A., Štuhec I., Malovrh Š., Gorjanc G., Kovačič K., Jug A., Marušič M., Ule I., Čop D., Urankar J., Čandek-Potokar M., Šegula B., Zajec M., Telban J. 2002c. Preizkušnja praščev na testni postaji Ihan v letu 2001. Domžale, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko: 57 str.

Kovač M., Šalehar A., Štuhec I., Malovrh Š., Gorjanc G., Kovačič K., Jug A., Marušič M., Ule I., Čop D., Urankar J., Čandek-Potokar M., Šegula B., Zelenko G. 2002d. Preizkušnja praščev na testni postaji Ptuj v letu 2001. Domžale, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko: 54 str.

Kovač M., Žgur S., Tavčar J., Šegula B. 1995a. Comparison of equations for carcass grading in swine. V: Perspektive proizvodnje različnih vrst mesa. 3. mednarodni simpozij Živinorejski znanstveni dnevi, Bled, 26-29 sep. 1995. (Zb. Bioteh. Fak. Univ. Ljub. Kmet. (Zoot.), Suplement 22: 143–148).

Kovač M., Žgur S., Tavčar J., Šegula B. 1995b. Enačba za ocenjevanje mesnatosti praščev. Sodobno kmetijstvo. Priloga: Slovenska praščereja V, 28: 342–346.

Landgraf S., Roehe R., Susenbeth A., Baulain U., Knap P.W., Loof H., Plastow G.S., Kalm E. 2002. The use of protein and lipid deposition to determine selection goals and their association with carcass cuts in swine. V: 7th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, Montpellier, 19-23 avg. 2002. Castanet-Tolosan, INRA, vol. 31: 347–350.

Le Roy P. 2002. New traits in pig breeding. V: 7th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, Montpellier, 19-23 avg. 2002. Castanet-Tolosan, INRA, vol. 30: 27–34.

Lundeheim N. 2002. Field performance testing: how to adjust for variations in test weight. Thai J. Vet. Med., 32: 87–92.

Lutaaya E., Misztal I., Marby J.W., Short T., Timm H.H., Holzbauer R. 2001. Genetic parameter estimates from joint evaluation of purebreds and crossbreds in swine using the crossbred model. J. Anim. Sci., 79: 3002–3007.

Maignel L. 2002. New estimation of genetic parameters in French national pig breeds including new traits on farm and station. V: International Workshop on Genetic Evaluation of Pigs, Nitra, 17-21 apr. 2002 (neobjavljeno).

Maignel L., Hofer A. 1998. Modelling and optimising the Swiss pig breeding scheme. A comparison of selection strategies using central testing stations. V: 49th Annual meeting of the European Association for Animal Production (EAAP), Warsaw, 24-27 avg. 1998. Wageningen, Wageningen Pers: Session G6.23.

- Malovrh Š., Čandek-Potokar M., Kovač M. 2002. Metode merjenja na klavni liniji in mesnatost prašičev v EU. Sodobno kmetijstvo. Priloga: Slovenska prašičereja V, 35: 259–263.
- Malovrh Š., Kovač M. 1999. Genetic correlations between test station and on-farm performance for backfat thickness and daily gain. *Acta Agrar. Kapos.*, 3: 145–154.
- Malovrh Š., Kovač M. 2000a. Genetic changes for performance traits in Slovenian pig nucleus herds. V: Animal products and human health. 8th International symposium Animal science days, Osijek, 2000. (Poljoprivreda, 6: 90-93).
- Malovrh Š., Kovač M. 2000b. Ocena mesnatosti prašičev na klavni liniji v letih 1996-1999. Sodobno kmetijstvo. Priloga: Slovenska prašičereja X, 33: 320–325.
- Malovrh Š., Kovač M., Čandek-Potokar M., Žgur S., Šegula B. 2001. Enačbe za ocenjevanje deleža mesa v trupih prašičev na liniji klanja. *Zb. Bioteh. Fak. Univ. Ljub. Kmet. (Zoot.)*, 78: 229–242.
- Marbery S. 2001. Swine genetic test targets potential for lean pork. *Feedstuffs*, 73: 1, 14.
- McLaren D.G., Lo L.L., McKeith F.K., Fernando R.L. 1990. A preliminary analysis of growth, real-time ultrasound, carcass and pork quality traits in Duroc and Landrace pigs. V: 4th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, Edinburgh, 23-27 jun. 1990. Edinburgh, The East of Scotland College of Agriculture, vol. 15: 497–500.
- Merks J.W.M. 2001. Genetic improvement at the commercial level compared to genetic progress at the nucleus level. V: Record of proceedings national swine improvement federation conference and annual meeting, Missouri, 6-7 dec. 2001. NSIF 26  
<http://mark.asci.ncsu.edu/nsif/01proc/merks.htm> (1. jul. 2003).
- Merks J.W.M., de Vries A.G. 2002. New sources of information in pig breeding. V: 7th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, Montpellier, 19-23 avg. 2002. Castanet-Tolosan, INRA, vol. 30: 3–10.
- Merks J.W.M., Hanenberg E.H.A.T., van Erp A.J.M. 1997. Effects of selection for leanness in pigs on genetic parameters and ultrasonic backfat thickness. V: 48th Annual meeting of the European Association for Animal Production (EAAP), Vienna, 25-28 avg. 1997. Wageningen, Wageningen Pers: Session GPhP4.13.
- Moeller S.J. 2001. Evolution and use of ultrasonic technology in the swine industry. V: International Animal Agriculture and Food Science Conference, Indianapolis, 24-28 jul. 2001. ADSA, ASAS, PSA, AMSA.
- Mrode R.A. 1996. Linear models for the prediction of animal breeding values. Wallingford, CAB International: 187 str.
- Neumaier A., Groeneveld E. 1996. Restricted maximum likelihood estimation of covariances in sparse linear models. *Genet. Sel. Evol.*, 30: 3–26.

- Newcom D.W., Bass T.J., Goodwin R.N. 2002a. Genetic parameters for primal cut weights in pigs. *J. Anim. Sci.*, 80: 44.
- Newcom D.W., Bass T.J., Marby J.W., Goodwin R.N. 2002b. Genetic parameters for pork carcass components. *J. Anim. Sci.*, 80: 3099–3106.
- Newcom D.W., Bass T.J., Marby J.W., Goodwin R.N. 2002c. Relationship between estimates of carcass composition and primal cut weights in pigs. V: 7th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, Montpellier, 19-23 avg. 2002. Castanet-Tolosan, INRA, vol. 30: 147–150.
- Nezer C., L M., Brouwers B., Coppieters W., Detilleux J., Hanset R., Karim L., Kvasz A., Leroy P., Georges M. 1999. An imprinted QTL with major effect on muscle mass and fat deposition maps to the IGF2 locus in pigs. *Nat. Genet.*, 21: 155–156.
- Ollivier L. 1998. Genetic improvement of the pig. V: Genetics of the pig. Rothschild M.F., Ruvinsky A. (eds.). Wallingford, CAB International: 511-540.
- Ollivier L., Guéblez R., Webb A.J., Van der Steen H.A.M. 1990. Breeding goals for nationally and internationally operating pig breeding organisations. V: 4th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, Edinburgh, 23-27 jun. 1990. Edinburgh, The East of Scotland College of Agriculture, vol. 15: 383–394.
- Patterson H.D., Thompson R. 1971. Recovery of inter-block information when block sizes are unequal. *Biometrika*, 58: 545–554.
- Peškovičová D., Groeneveld E. 1997. Simultaneous estimation of genetic parameters for field and station test traits in White Meaty and White Improved pigs in Slovakia. V: 48th Annual meeting of the European Association for Animal Production (EAAP), Vienna, 25-28 avg. 1997. Wageningen, Wageningen Pers: Session P5.1.
- Peškovičová D., Wolf J., Groeneveld E., Wolfová M. 2002. Simultaneous estimation of the covariance structure of traits from field test, station test and litter recording in pigs. *Livest. Prod. Sci.*, 77: 155–165.
- Pohar J., Zagožen F., Šalehar A. 1976. Možnost uporabe podatkov ocenjevanja mesnatosti praščev na liniji klanja. Ocena genetskih parametrov za debelino hrbtne slanine in dnevni prirast. V: Preverjanje JUS z razsekoavnjem klavnih polovic in možnost uporabe podatkov ocenjevanja mesnatosti praščev na liniji klanja. Ljubljana, Kmetijski inštitut Slovenije: 25-48.
- Pollak E.J., Quaas R.L. 1983. Definition of group effects in sire evaluation models. *J. Dairy Sci.*, 66: 1503–1509.
- Puigvert X., Tibau J., Soler J., Gispert M. 2002. Across herd variation in carcass traits of pig breed in Spain. V: 7th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, Montpellier, 19-23 avg. 2002. Castanet-Tolosan, INRA, vol. 30: 159–162.

- Quality Genetics. 2003. Facts about quality genetics.  
<http://www.qgenetics.com/webit/Websidor/visaSida.asp?idnr=0o8e69AMIHJJqzoNP9U19PTpS4uWPGdoMKp88SPnB8EJCqo2iTMDRHas6rP> (30. jun. 2003).
- Rosenvold K., Andersen H.J. 2003. Factors of significance for pork quality - a review. *Meat Sci.*, 64: 219–237.
- Ruten W., Schoen A., Brade W., Bach T., Reinhardt F. 2002. Estimation off genetic parameters and genetic trends in Hanoverian pig herdbook populations. V: 53rd Annual meeting of the European Association for Animal Production (EAAP), Cairo, 1-4 sep. 2002. Wageningen, Wageningen Pers: Session P4.3.
- SAS Inst. Inc. 2001. The SAS System for Windows, Release 8.02. Cary, NC, SAS Institute.
- Searle S.R. 1989. Variance components - some history and a summary account of estimation methods. *J. Anim. Breed. Genet.*, 106: 1–29.
- Sehested E., Ianssen K. 1993. Multivariate genetic evaluation in the Norwegian pig breeding. V: Symposium on application of mixed linear models in the prediction of genetic merit in pigs, Mariensee, 27. maj 1993. Groeneveld E. (ed.). Mariensee, Institute of Animal Husbandry and Animal Ethology Mariensee, FAL: 47–54.
- Sellier P. 1976. The basis for crossbreeding in pigs: a review. *Livest. Prod. Sci.*, 3: 203–226.
- Sellier P. 1998. Genetics of meat and carcass traits. V: Genetics of the pig. Rothschild M.F., Ruvinsky A. (eds.). Wallingford, CAB International: 463-510.
- Smith C. 1998. Introduction: Current animal breeding. V: Animal breeding technology for the 21st century. Clark A.J. (ed.). Amsterdam, Harwood academic publishers: 1–10.
- Sonesson A.K., de Greef K.H., Meuwissen T.H.E. 1998. Genetic parameters and trends of meat quality, carcass composition and performance traits in two selected lines of large white pigs. *Livest. Prod. Sci.*, 57: 23–32.
- STAGES. 2003. Swine testing and genetic evaluation system. National genetic evaluation.  
<http://www.ansc.purdue.edu/stages/forward.htm> (1. jul. 2003).
- van Steenbergen E.J., Merks J.W.M. 1998. Use of slaughterhouse information of crossbred fatte ning pigs in pure line selection. V: 49th Annual meeting of the European Association for Animal Production (EAAP), Warsaw, 24-27 avg. 1998. Wageningen, Wageningen Pers: Session P1.7.
- Šalehar A. 1994. Genetika in selekcija prašičev v Sloveniji. Sodobno kmetijstvo. Priloga: Slovenska prašičereja IV, 27: 307–310.
- Šalehar A., Kastelic M., Dovč P. 1994. Frekvenca gena in vpliv genotipa RYR1 na rast in sestavo telesa prašičev treh pasem. Sodobno kmetijstvo. Priloga: Slovenska prašičereja IV, 27: 304–306.

Šalehar A., Urbas J., Kovač M., Torkar V., Karnel I., Štuhec I. 1980. Navodila za seleksijska opravila na farmi Nemščak. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko, Kmetijski inštitut Slovenije: 40 str.

Tholen E., Brandt H., Schellander K. 2001. Genetic aspects of performance testing in production herds using new carcass classification methods (AutoFOM). V: 52nd Annual meeting of the European Association for Animal Production (EAAP), Budapest, 26-29 avg. 2001. Wageningen, Wageningen Pers: Session P5.1.

Thompson R., Meyer K. 1986. A review of theoretical aspects in the estimation of breeding values for multi-trait selection. *Livest. Prod. Sci.*, 15: 299–313.

Tibau i Font J., Soler J. 1993. Multiple-trait genetic evaluation of station tested pigs. V: Symposium on application of mixed linear models in the prediction of genetic merit in pigs, Mariensee, 27. maj 1993. Groeneveld E. (ed.). Mariensee, Institute of Animal Husbandry and Animal Ethology Mariensee, FAL: 19–25.

Tribout T., Bidanel J.P. 1999. Genetic parameters of meat quality traits recorded on Large White and French Landrace station-tested pigs in France. V: 50th Annual meeting of the European Association for Animal Production (EAAP), Zürich, 22-26 avg. 1999. Wageningen, Wageningen Pers: Session PGN4.3.

Urbas J., Ločniškar F., Šalehar A., Čandek L. 1971. Proučevanje metode ocenjevanja mesnatosti z merjenjem debeline hrbtne slanine na živih praščih z ultrazvočnim aparatom. Ljubljana, Kmetijski inštitut Slovenije, Emona Ljubljana - Praščereja Ihan: 30 str.

Urbas J., Ločniškar F., Zagožen F., Šalehar A., Čandek A. 1974. I. Proučevanje ocenjevanja mesnatosti praščev z razsekovanjem klavnih polovic. V: Proučevanje kombinacijskih sposobnosti za pitovne in klavne lastnosti pri gospodarskem križanju praščev. Ljubljana, Kmetijski inštitut Slovenije, Biotehniška fakulteta, Raziskovalna postaja Rodica, Emona Ljubljana - TOZD Praščereja Ihan.

Urbas J., Šalehar A., Salobir K., Čandek L., Bajt G. 1975. Tehnologija testiranja praščev. Ljubljana, Kmetijski inštitut Slovenije, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko, Emona Ljubljana - Praščereja Ihan: 24 str.

Urbas J., Torkar V., Kompan D. 1983. Genetski parametri za mesnatost in kvaliteto mesa pri merjascih. V: Genetika in selekcija živali. Poročilo za leto 1983. Ljubljana, Kmetijski inštitut Slovenije: 14-36.

Vangen O., Sehested E. 1997. Swine production and research in Norway. *Pig News Inf.*, 18: 29N–34N.

Vincek D. 2003. "Progeni test merjascev". Zagreb, Hrvatski stočarski centar (HSC) (osebni vir, april 2003).

- Visscher P.M., Haley C.S. 1998. Strategies for marker-assisted selection in pig breeding programmes. V: 6th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, Armidale, 11-16 jan. 1998. Armidale, University of New England, vol. 23: 503–510.
- Westell R.A., Quaas R.L., Van Vleck L.D. 1988. Genetic groups in an animal model. *J. Dairy Sci.*, 71: 1310–1318.
- Whittemore C. 1993. The science and practice of pig production. Harlow, Longman Scientific and Technical: 661 str.
- Wilson D.L. 1992. Application of ultrasound for genetic improvement. *J. Anim. Sci.*, 70: 973–983.
- Wolf J., Peškovičová D., Wolfová M., Groeneveld E. 2002. Breeding value estimation of sire breeds: Impact of genetic groups and crossbred information on the accuracy of predicted breeding values. V: International Workshop on Genetic Evaluation of Pigs, Nitra, 17-21 apr. 2002 (neobjavljen).
- Zajec M., Kovač M. 1998. Predlog vključitve klavnih lastnosti v oceno plemenske vrednosti pri praščih. V: Strokovne podlage za izdelavo in izvedbo rejskega programa za prašče za leto 1998. Domžale, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko.

## ZAHVALA

Na prvem mestu bi se rad zahvalil mentorici prof. dr. Mileni Kovăč za vzpodbudo in pomoč pri izdelavi diplomske naloge. Hvaležen sem ji za vse znanje, ki mi ga je predala v času predavanj in dela na katedri, kakor tudi vpeljavo v strokovno in znanstveno delo v živinoreji.

Zahvalil bi se selekcijski farmi Nemščak, ki je zbrala in mi zaupala podatke. Zahvala gre vsem, ki so kakorkoli sodelovali pri zbiranju podatkov, še posebej pa mag. Mariji Glavăč in kmet. inž. Johanu Zrim.

Recenzentu se zahvaljujem za pregled naloge.

Prijateljici in sodelavki dr. Špeli Malovrh sem hvaležen za ves čas in trud, ki ga je porabila ob mojem uvajanju na delo na katedri. Hvaležen sem ji tudi za strokovne razlage in pogovore, ki so mi mnogokrat omogočili, da sem problem lažje razumel in hitreje stopil stopnico ali dve višje. Njene pripombe so znatno vplivale na moje diplomsko delo.

Janji Urankar in mag. Zoranu Luković se zahvaljujem za pripombe in opozorila na napake v nalogi.

Zahvala gre še ostalim sodelavcem na Katedri za etologijo, biometrijo in selekcijo ter praščerejo, ki so me sprevajeli med sebe in mi pomagali pri študiju in delu.

Na koncu bi se rad zahvalil še svoji družini: Romani, Samanthi in Zoji. Zaradi naloge sem bil mnogokrat odsoten, ko je bilo najtežje. Rad bi se vam opravčil in kot znak zahvale vam podarjam tole delo.

## PRILOGE

Priloga A1: Opisne statistike po spolu

Lastnost*	Svinjke (N=1118)		Kastrati (N=1040)	
	$\bar{x}$	SD	$\bar{x}$	SD
Starost (dni)	181,5	8,60	181,2	8,57
MTP (kg)	75,7	8,17	79,9	8,56
S (mm)	14,2	4,09	17,4	4,38
M (mm)	69,2	5,87	68,3	6,29
DM (%)	57,3	3,76	54,6	3,46
MM (kg)	43,4	4,98	43,6	4,90
NDP (g/dan)	417	41,6	441	43,5
DPM (g/dan)	239	26,0	241	25,7
ŠUN (kg)	11,48	1,269	11,85	1,341
ŠUNF (kg)	1,78	0,466	2,10	0,516
ŠUNM (kg)	9,70	1,068	9,75	1,134
%ŠUN (%)	30,4	1,79	29,6	1,82
%ŠUNF (%)	4,7	1,03	5,2	1,10
%ŠUNM (%)	25,7	1,91	24,4	1,91
ŠUN%F (%)	15,5	3,33	17,7	3,61
ŠUN%M (%)	84,5	3,33	82,3	3,61

\* - glej stran 27, N - število meritev,  $\bar{x}$  - povprečje, SD - standardni odklon

Priloga A2: Opisne statistike po genotipi

Lastnost*	ŠL (N=406)		L12 (N=511)		L12/L21xPI (N=312)		L12/L21xNL (N=807)		L12/L21xL54 (N=122)	
	$\bar{x}$	SD	$\bar{x}$	SD	$\bar{x}$	SD	$\bar{x}$	SD	$\bar{x}$	SD
Starost (dni)	182,4	9,22	184,0	9,53	177,6	7,09	180,8	7,87	178,0	5,55
MTP (kg)	78,3	8,27	80,5	9,29	74,7	8,29	77,0	8,08	76,9	7,96
S (mm)	15,0	4,04	15,4	4,45	13,3	3,98	17,2	4,56	15,8	3,79
M (mm)	68,9	5,95	70,0	5,86	71,8	6,06	66,8	5,65	68,2	5,90
DM (%)	56,4	3,46	56,3	3,74	59,0	3,98	54,6	3,37	55,8	3,37
MM (kg)	44,1	4,78	45,3	5,23	44,0	4,96	41,9	4,39	42,9	4,51
NDP (g/dan)	430	42,1	438	47,3	421	46,3	426	41,5	428	44,0
DPM (g/dan)	242	24,2	246	27,1	248	27,6	232	22,9	238	25,2
ŠUN (kg)	11,74	1,318	12,07	1,495	11,60	1,181	11,37	1,188	11,77	1,171
ŠUNF (kg)	1,89	0,496	1,99	0,513	1,59	0,399	2,04	0,518	2,04	0,435
ŠUNM (kg)	9,85	1,070	10,08	1,200	10,01	1,011	9,33	0,960	9,73	1,03
%ŠUN (%)	30,0	1,80	30,0	1,80	31,1	1,70	29,6	1,80	30,7	1,48
%ŠUNF (%)	4,8	1,04	4,9	1,00	4,2	0,86	5,3	1,14	5,3	0,94
%ŠUNM (%)	25,2	1,83	25,1	1,82	26,9	1,88	24,3	1,82	25,4	1,78
ŠUN%F (%)	16,0	3,33	16,4	3,23	13,6	2,86	17,9	3,66	17,3	3,26
ŠUN%M (%)	84,0	3,33	83,6	3,23	86,4	2,86	82,1	3,66	82,7	3,26

ŠL - švedska landrace, L12 - linija 12 (švedska landrace x large white), L21 - linija 21 (large white x švedska landrace), PI - pietrain, NL - nemška landrace, L54 - linija 54 (nemška landrace x pietrain), \* - glej stran 27, N - število meritev,  $\bar{x}$  - povprečje, SD - standardni odklon

Priloga B1: Srednje vrednosti (na diagonali) in razlike (nad diagonalo) s pripadajočimi p-vrednostmi (pod diagonalo) med genotipi za maso topnih polovic po modelu

Genotip	ŠL	L12	L12/L21xPI	L12/L21xNL	L12/L21xL54
ŠL	78,6±0,40	-1,9±0,51	2,6±0,59	1,1±0,48	-0,21±0,80
L12	0,0062	80,6±0,38	4,5±0,60	3,1±0,48	1,7±0,81
L12/L21xPI	0,0006	<0,0001	76,0±0,46	-1,5±0,52	-2,8±0,82
L12/L21xNL	0,2329	<0,0001	0,0930	77,5±0,29	-1,3±0,75
L12/L21xL54	0,9995	0,3296	0,0188	0,5283	78,8±0,73

ŠL - švedska landrace, L12 - linija 12 (švedska landrace x large white), L21 - linija 21 (large white x švedska landrace), PI - pietrain, NL - nemška landrace, L54 - linija 54 (nemška landrace x pietrain)

Priloga B2: Srednje vrednosti (na diagonali) in razlike (nad diagonalo) s pripadajočimi p-vrednostmi (pod diagonalo) med genotipi za meritev S po modelu s starostjo ob zakolu ali maso topnih polovic

Genotip	Model <sub>starost</sub>					Model <sub>masa</sub>				
	ŠL	L12	L12/L21xPI	L12/L21xNL	L12/L21xL54	ŠL	L12	L12/L21xPI	L12/L21xNL	L12/L21xL54
ŠL	15,1±0,21	-0,3±0,27	1,5±0,31	-2,2±0,25	-1,1±0,42	15,0±0,20	0,1±0,25	1,0±0,29	-2,4±0,24	-1,0±0,39
L12	0,8633	15,4±0,20	1,8±0,32	-1,9±0,26	-0,8±0,43	0,9994	14,9±0,19	0,9±0,30	-2,5±0,24	-1,1±0,40
L12/L21xPI	0,0001	<0,0001	13,6±0,24	-3,7±0,28	-2,6±0,43	0,0223	0,0523	14,0±0,23	-3,4±0,26	-2,0±0,40
L12/L21xNL	<0,0001	<0,0001	<0,0001	17,3±0,15	1,1±0,40	<0,0001	<0,0001	<0,0001	17,4±0,14	1,4±0,37
L12/L21xL54	0,1599	0,5032	<0,0001	0,0915	16,2±0,38	0,1366	0,1000	<0,0001	0,0068	16,0±0,36

ŠL - švedska landrace, L12 - linija 12 (švedska landrace x large white), L21 - linija 21 (large white x švedska landrace), PI - pietrain, NL - nemška landrace, L54 - linija 54 (nemška landrace x pietrain)

Priloga B3: Srednje vrednosti (na diagonali) in razlike (nad diagonalo) s pripadajočimi p-vrednostmi (pod diagonalo) med genotipi za meritev M po modelu s starostjo ob zakolu ali maso toplih polovic

Genotip	Model <sub>starost</sub>					Model <sub>masa</sub>				
	ŠL	L12	L12/L21xPI	L12/L21xNL	L12/L21xL54	ŠL	L12	L12/L21xPI	L12/L21xNL	L12/L21xL54
ŠL	69,1±0,31	-0,9±0,24	-3,4±0,45	2,1±0,37	0,1±0,61	68,8±0,27	-0,2±0,34	-4,4±0,40	1,7±0,32	0,2±0,54
L12	0,2344	70,0±0,29	-2,5±0,46	3,1±0,37	1,0±0,62	0,9784	69,0±0,26	-4,2±0,41	2,0±0,33	0,4±0,54
L12/L21xPI	<0,0001	<0,0001	72,5±0,36	5,6±0,40	3,5±0,62	<0,0001	<0,0001	73,1±0,31	6,1±0,35	4,0±0,55
L12/L21xNL	<0,0001	<0,0001	<0,0001	66,9±0,22	-2,1±0,57	<0,0001	<0,0001	<0,0001	67,0±0,20	-1,6±0,51
L12/L21xL54	1,0000	0,6261	<0,0001	0,0118	69,0±0,56	0,9992	0,9737	<0,0001	0,0453	68,6±0,49

ŠL - švedska landrace, L12 - linija 12 (švedska landrace x large white), L21 - linija 21 (large white x švedska landrace), PI - pietrain, NL - nemška landrace, L54 - linija 54 (nemška landrace x pietrain)

Priloga B4: Srednje vrednosti (na diagonali) in razlike (nad diagonalo) s pripadajočimi p-vrednostmi (pod diagonalo) med genotipi za odstotek mesa po modelu s starostjo ob zakolu ali brez regresije

Genotip	Model <sub>starost</sub>					Model <sub>brez regresije</sub>				
	ŠL	L12	L12/L21xPI	L12/L21xNL	L12/L21xL54	ŠL	L12	L12/L21xPI	L12/L21xNL	L12/L21xL54
ŠL	56,3±0,18	0,02±0,23	-2,6±0,26	1,8±0,21	0,7±0,35	56,3±0,18	0,01±0,23	-2,6±0,26	1,8±0,21	0,8±0,35
L12	1,0000	56,3±0,17	-2,7±0,26	1,8±0,21	0,7±0,36	1,0000	56,3±0,17	-2,6±0,26	1,8±0,21	0,7±0,36
L12/L21xPI	<0,0001	<0,0001	58,9±0,21	4,4±0,23	3,4±0,36	<0,0001	<0,0001	59,0±0,20	4,5±0,23	3,4±0,36
L12/L21xNL	<0,0001	<0,0001	<0,0001	54,4±0,13	-1,1±0,33	<0,0001	<0,0001	<0,0001	54,5±0,13	-1,1±0,33
L12/L21xL54	0,3658	0,4071	<0,0001	0,0303	55,6±0,32	0,3404	0,3587	<0,0001	0,0316	55,6±0,32

ŠL - švedska landrace, L12 - linija 12 (švedska landrace x large white), L21 - linija 21 (large white x švedska landrace), PI - pietrain, NL - nemška landrace, L54 - linija 54 (nemška landrace x pietrain)

Priloga B5: Srednje vrednosti (na diagonali) in razlike (nad diagonalo) s pripadajočimi p-vrednostmi (pod diagonalo) med genotipi za maso mesa po modelu s starostjo ob zakolu ali brez regresije

Genotip	Model <sub>starost</sub>					Model <sub>brez regresije</sub>				
	ŠL	L12	L12/L21xPI	L12/L21xNL	L12/L21xL54	ŠL	L12	L12/L21xPI	L12/L21xNL	L12/L21xL54
ŠL	44,2±0,24	-1,0±0,30	-0,46±0,35	2,1±0,29	0,5±0,48	44,0±0,24	-0,9±0,31	-0,3±0,36	2,0±0,29	0,3±0,49
L12	0,0193	45,2±0,23	0,6±0,36	3,1±0,29	1,5±0,48	0,0559	45,0±0,23	0,6±,36	2,9±0,29	1,3±0,49
L12/L21xPI	0,7867	0,6093	44,7±0,28	2,5±0,31	0,9±0,49	0,9241	0,5986	44,4±0,28	2,3±0,32	0,7±0,50
L12/L21xNL	<0,0001	<0,0001	<0,0001	42,1±0,17	-1,6±0,45	<0,0001	<0,0001	<0,0001	42,1±0,18	-1,6±0,46
L12/L21xL54	0,9092	0,0409	0,4499	0,0159	43,7±0,43	0,9728	0,1417	0,7540	0,0153	43,7±0,44

ŠL - švedska landrace, L12 - linija 12 (švedska landrace x large white), L21 - linija 21 (large white x švedska landrace), PI - pietrain, NL - nemška landrace, L54 - linija 54 (nemška landrace x pietrain)

Priloga B6: Srednje vrednosti (na diagonali) in razlike (nad diagonalo) s pripadajočimi p-vrednostmi (pod diagonalo) med genotipi za neto dnevni prirast in dnevni prirast mesa po modelu

Genotip	Neto dnevni prirast					Dnevni prirast mesa				
	ŠL	L12	L12/L21xPI	L12/L21xNL	L12/L21xL54	ŠL	L12	L12/L21xPI	L12/L21xNL	L12/L21xL54
ŠL	434,3±2,2	-10,8±2,8	14,1±3,2	6,6±2,7	-0,7±4,4	244,1±1,3	-6,0±1,7	-3,1±1,9	11,5±1,6	2,9±2,6
L12	0,0053	445,1±2,1	25,0±3,3	17,4±2,7	10,2±4,5	0,0128	250,2±1,3	2,9±2,0	17,5±1,6	8,9±2,7
L12/L21xPI	0,0008	<0,0001	420,2±2,6	-7,5±2,9	-14,8±4,5	0,6346	0,7011	247,2±1,5	14,6±1,7	6,0±2,7
L12/L21xNL	0,1935	<0,0001	0,1441	427,7±1,6	-7,2±4,2	<0,0001	<0,0001	<0,0001	232,6±1,0	-8,6±2,5
L12/L21xL54	0,9999	0,2678	0,0306	0,5533	435,0±4,0	0,8794	0,0251	0,2969	0,0174	241,3±2,4

ŠL - švedska landrace, L12 - linija 12 (švedska landrace x large white), L21 - linija 21 (large white x švedska landrace), PI - pietrain, NL - nemška landrace, L54 - linija 54 (nemška landrace x pietrain)

Priloga B7: Srednje vrednosti (na diagonali) in razlike (nad diagonalo) s pripadajočimi p-vrednostmi (pod diagonalo) med genotipi za maso šunke po modelu s starostjo ob zakolu ali maso toplih polovic

Genotip	Model <sub>starost</sub>					Model <sub>masa</sub>				
	ŠL	L12	L12/L21xPI	L12/L21xNL	L12/L21xL54	ŠL	L12	L12/L21xPI	L12/L21xNL	L12/L21xL54
ŠL	11,56±0,06	-0,26±0,08	-0,13±0,09	0,16±0,07	-0,15±0,12	11,44±0,03	-0,003±0,04	-0,47±0,04	0,01±0,04	-0,13±0,06
L12	0,0258	11,81±0,06	0,13±0,09	0,42±0,07	0,10±0,12	1,0000	11,44±0,03	-0,46±0,04	0,02±0,04	-0,12±0,06
L12/L21xPI	0,7287	0,7206	11,68±0,07	0,29±0,08	-0,03±0,12	<0,0001	<0,0001	11,91±0,03	0,48±0,04	0,34±0,06
L12/L21xNL	0,2878	<0,0001	0,0094	11,39±0,04	-0,32±0,11	0,9974	0,9947	<0,0001	11,43±0,02	-0,14±0,06
L12/L21xL54	0,8036	0,9510	0,9997	0,1001	11,71±0,11	0,3409	0,3753	<0,0001	0,1795	11,57±0,05

ŠL - švedska landrace, L12 - linija 12 (švedska landrace x large white), L21 - linija 21 (large white x švedska landrace), PI - pietrain, NL - nemška landrace, L54 - linija 54 (nemška landrace x pietrain)

Priloga B8: Srednje vrednosti (na diagonali) in razlike (nad diagonalo) s pripadajočimi p-vrednostmi (pod diagonalo) med genotipi za maso kože in podkožne maščobe šunke po modelu s starostjo ob zakolu ali maso toplih polovic

Genotip	Model <sub>starost</sub>					Model <sub>masa</sub>				
	ŠL	L12	L12/L21xPI	L12/L21xNL	L12/L21xL54	ŠL	L12	L12/L21xPI	L12/L21xNL	L12/L21xL54
ŠL	1,82±0,02	-0,03±0,03	0,18±0,03	-0,24±0,03	-0,16±0,04	1,80±0,02	0,03±0,02	0,11±0,03	-0,27±0,02	-0,16±0,04
L12	0,8617	1,86±0,02	0,21±0,03	-0,21±0,03	-0,13±,04	0,8458	1,77±0,02	0,08±0,03	-0,30±0,02	-0,18±0,04
L12/L21xPI	<0,0001	<0,0001	1,64±0,02	-0,42±0,03	-0,34±0,04	0,0033	0,0830	1,69±0,02	-0,38±0,02	-0,26±0,04
L12/L21xNL	<0,0001	<0,0001	<0,0001	2,06±0,02	0,08±0,04	<0,0001	<0,0001	<0,0001	2,07±0,013	0,11±0,03
L12/L21xL54	0,0062	0,0552	<0,0001	0,4538	1,99±0,04	0,0007	<0,0001	<0,0001	0,0183	1,96±0,03

ŠL - švedska landrace, L12 - linija 12 (švedska landrace x large white), L21 - linija 21 (large white x švedska landrace), PI - pietrain, NL - nemška landrace, L54 - linija 54 (nemška landrace x pietrain)

Priloga B9: Srednje vrednosti (na diagonali) in razlike (nad diagonalo) s pripadajočimi p-vrednostmi (pod diagonalo) med genotipi za maso mesa in kosti šunke po modelu s starostjo ob zakolu ali maso toplih polovic

Genotip	Model <sub>starost</sub>					Model <sub>masa</sub>				
	ŠL	L12	L12/L21xPI	L12/L21xNL	L12/L21xL54	ŠL	L12	L12/L21xPI	L12/L21xNL	L12/L21xL54
ŠL	9,73±0,05	-0,22±0,07	-0,31±0,08	0,40±0,06	0,01±,10	9,64±0,03	-0,03±0,04	-0,57±0,05	0,29±0,04	0,03±0,07
L12	0,0226	9,95±0,05	-0,08±0,08	0,63±0,06	0,24±0,10	0,9721	9,67±,03	-0,54±0,05	0,32±0,04	0,06±0,07
L12/L21xPI	0,0029	0,8906	10,04±0,06	0,71±0,07	0,32±0,11	<0,0001	<0,0001	10,21±0,04	0,86±0,04	0,60±0,07
L12/L21xNL	<0,0001	<0,0001	<0,0001	9,33±0,04	-0,39±0,10	<0,0001	<0,0001	<0,0001	9,35±0,024	-0,26±0,06
L12/L21xL54	1,0000	0,2876	0,0642	0,0031	9,72±0,10	0,9939	0,9297	<0,0001	0,0017	9,61±0,06

ŠL - švedska landrace, L12 - linija 12 (švedska landrace x large white), L21 - linija 21 (large white x švedska landrace), PI - pietrain, NL - nemška landrace, L54 - linija 54 (nemška landrace x pietrain)

Priloga B10: Srednje vrednosti (na diagonali) in razlike (nad diagonalo) s pripadajočimi p-vrednostmi (pod diagonalo) med genotipi za odstotek šunke v topli polovici po modelu s starostjo ob zakolu ali maso toplih polovic

Genotip	Model <sub>starost</sub>					Model <sub>masa</sub>				
	ŠL	L12	L12/L21xPI	L12/L21xNL	L12/L21xL54	ŠL	L12	L12/L21xPI	L12/L21xNL	L12/L21xL54
ŠL	29,4±0,08	0,1±0,10	-1,4±0,11	-0,03±0,09	-0,3±0,16	29,5±0,08	-0,02±0,10	-1,3±0,11	0,03±0,09	-0,3±0,15
L12	0,9573	29,3±0,08	-0,5±0,12	-0,1±0,09	-0,4±0,16	0,9999	29,5±0,07	-1,2±0,11	0,04±0,09	-0,3±0,15
L12/L21xPI	<0,0001	<0,0001	30,8±0,09	1,4±0,10	1,1±0,16	<0,0001	<0,0001	30,7±0,09	1,3±0,10	0,9±0,15
L12/L21xNL	0,9986	0,8466	<0,0001	29,4±0,06	-0,3±0,15	0,9992	0,9943	<0,0001	29,4±0,05	-0,4±0,14
L12/L21xL54	0,3587	0,1552	<0,0001	0,3982	29,7±0,14	0,2851	0,3483	<0,0001	0,1593	29,8±0,14

ŠL - švedska landrace, L12 - linija 12 (švedska landrace x large white), L21 - linija 21 (large white x švedska landrace), PI - pietrain, NL - nemška landrace, L54 - linija 54 (nemška landrace x pietrain)

Priloga B11: Srednje vrednosti (na diagonali) in razlike (nad diagonalo) s pripadajočimi p-vrednostmi (pod diagonalo) med genotipi za odstotek kože in podkožne maščobe šunke v topli polovici po modelu s starostjo ob zakolu ali maso toplih polovic

Genotip	Model <sub>starost</sub>					Model <sub>masa</sub>				
	ŠL	L12	L12/L21xPI	L12/L21xNL	L12/L21xL54	ŠL	L12	L12/L21xPI	L12/L21xNL	L12/L21xL54
ŠL	4,6±0,05	0,05±0,06	0,3±0,07	-0,7±0,06	-0,4±0,09	4,6±0,04	0,1±0,06	0,3±0,07	-0,7±0,06	-0,4±0,09
L12	0,9569	4,6±0,04	0,3±0,07	-0,7±0,06	-0,5±0,09	0,7805	4,5±0,04	0,2±0,07	-0,8±0,06	-0,5±0,09
L12/L21xPI	<0,0001	0,0021	4,3±0,05	-1,0±0,06	-0,7±0,09	0,0007	0,0418	4,3±0,05	-1,0±0,06	-0,7±0,09
L12/L21xNL	<0,0001	<0,0001	<0,0001	5,3±0,03	0,3±0,09	<0,0001	<0,0001	<0,0001	5,3±0,03	0,3±0,09
L12/L21xL54	0,0005	<0,0001	<0,0001	0,0298	5,0±0,08	0,0005	<0,0001	<0,0001	0,0153	5,0±0,08

ŠL - švedska landrace, L12 - linija 12 (švedska landrace x large white), L21 - linija 21 (large white x švedska landrace), PI - pietrain, NL - nemška landrace, L54 - linija 54 (nemška landrace x pietrain)

Priloga B12: Srednje vrednosti (na diagonali) in razlike (nad diagonalo) s pripadajočimi p-vrednostmi (pod diagonalo) med genotipi za odstotek mesa in kosti šunke v topli polovici po modelu s starostjo ob zakolu ali maso toplih polovic

Genotip	Model <sub>starost</sub>					Model <sub>masa</sub>				
	ŠL	L12	L12/L21xPI	L12/L21xNL	L12/L21xL54	ŠL	L12	L12/L21xPI	L12/L21xNL	L12/L21xL54
ŠL	24,8±0,09	0,03±0,11	-1,7±0,13	0,7±0,10	0,10±0,17	24,9±0,08	-0,1±0,11	-1,6±0,12	0,7±0,10	0,1±0,17
L12	0,9990	24,8±0,08	-1,8±0,13	0,6±0,10	0,05±0,18	0,9405	25,0±0,08	-1,4±0,13	0,8±0,10	0,2±0,17
L12/L21xPI	<0,0001	<0,0001	26,5±0,10	2,4±0,11	1,8±0,18	<0,0001	<0,0001	26,4±0,10	2,3±0,11	1,6±0,17
L12/L21xNL	<0,0001	<0,0001	<0,0001	24,1±0,06	-0,6±0,16	<0,0001	<0,0001	<0,0001	24,1±0,06	-0,7±0,16
L12/L21xL54	0,9936	0,9991	<0,0001	0,0140	24,7±0,16	0,9956	0,9106	<0,0001	0,0012	24,8±0,15

ŠL - švedska landrace, L12 - linija 12 (švedska landrace x large white), L21 - linija 21 (large white x švedska landrace), PI - pietrain, NL - nemška landrace, L54 - linija 54 (nemška landrace x pietrain)

Priloga B13: Srednje vrednosti (na diagonali) in razlike (nad diagonalo) s pripadajočimi p-vrednostmi (pod diagonalo) med genotipi za odstotek kože in podkožne mašcobe v šunki po modelu s starostjo ob zakolu ali maso toplih polovic

Genotip	Model <sub>starost</sub>					Model <sub>masa</sub>				
	ŠL	L12	L12/L21xPI	L12/L21xNL	L12/L21xL54	ŠL	L12	L12/L21xPI	L12/L21xNL	L12/L21xL54
ŠL	15,7±0,16	0,1±0,20	1,7±0,23	-2,3±0,19	-1,2±,31	15,6±0,15	0,3±0,20	1,5±0,23	-2,4±0,18	-1,2±,31
L12	0,9911	15,6±0,15	1,6±0,23	-2,4±0,19	-1,3±0,31	0,7813	15,4±0,15	1,3±0,23	-2,7±0,19	-1,4±0,31
L12/L21xPI	<0,0001	<0,0001	14,0±0,18	-4,0±0,20	-2,9±,32	<0,0001	<0,0001	14,1±0,18	-4,0±0,20	-2,7±,31
L12/L21xNL	<0,0001	<0,0001	<0,0001	18,0±0,11	1,1±0,29	<0,0001	<0,0001	<0,0001	18,0±0,11	1,2±0,29
L12/L21xL54	0,0050	0,0017	<0,0001	0,0058	16,9±0,28	0,0042	0,0002	<0,0001	0,0013	16,8±,28

ŠL - švedska landrace, L12 - linija 12 (švedska landrace x large white), L21 - linija 21 (large white x švedska landrace), PI - pietrain, NL - nemška landrace, L54 - linija 54 (nemška landrace x pietrain)

Priloga B14: Srednje vrednosti (na diagonali) in razlike (nad diagonalo) s pripadajočimi p-vrednostmi (pod diagonalo) med genotipi za odstotek mesa in kosti v šunki po modelu s starostjo ob zakolu ali maso toplih polovic

Genotip	Model <sub>starost</sub>					Model <sub>masa</sub>				
	ŠL	L12	L12/L21xPI	L12/L21xNL	L12/L21xL54	ŠL	L12	L12/L21xPI	L12/L21xNL	L12/L21xL54
ŠL	84,3±0,16	-0,1±0,20	-1,7±0,23	2,3±0,19	1,2±0,31	84,4±0,15	-0,2±0,20	-1,5±0,23	2,4±0,18	1,2±0,31
L12	0,9911	84,4±0,15	-1,6±0,23	2,4±0,19	1,3±0,31	0,7813	84,6±0,15	-1,3±0,23	2,7±0,19	1,4±0,31
L12/L21xPI	<0,0001	<0,0001	86,0±0,18	4,0±0,20	2,9±0,32	<0,0001	<0,0001	85,9±0,18	4,0±0,20	2,7±0,31
L12/L21xNL	<0,0001	<0,0001	<0,0001	82,0±0,11	-1,1±0,29	<0,0001	<0,0001	<0,0001	82,0±0,11	-1,2±0,29
L12/L21xL54	0,0050	0,0017	<0,0001	0,0058	83,1±0,28	0,0042	0,0002	<0,0001	0,0013	83,2±0,28

ŠL - švedska landrace, L12 - linija 12 (švedska landrace x large white), L21 - linija 21 (large white x švedska landrace), PI - pietrain, NL - nemška landrace, L54 - linija 54 (nemška landrace x pietrain)