

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA ZOOTEHNIKO

Kristjan KNAFELC

**ANALIZA REZULTATOV RAZISKAV V JATAH IZ
DVOSMERNE SELEKCIJE NA TELESNO MASO
PIŠČANCEV**

DIPLOMSKO DELO

Visokošolski strokovni študij

Ljubljana, 2007

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA ZOOTEHNIKO

Kristjan KNAFELC

**ANALIZA REZULTATOV RAZISKAV V JATAH IZ DVOSMERNE
SELEKCIJE NA TELESNO MASO PIŠČANCEV**

DIPLOMSKO DELO
Visokošolski strokovni študij

**ANALYSIS OF EXPERIMENTS ON DIVERGENT SELECTION FOR
BODY WEIGHT IN CHICKENS**

GRADUATION THESIS
Higher professionals studies

Ljubljana, 2007

Diplomska naloga je bila opravljena v okviru študija na Biotehniški fakulteti, na Oddelku za zootehniko. Z diplomsko nalogo zaključujem visokošolski strokovni študij kmetijstva – zootehniko.

Komisija za dodiplomski študij Oddelka za zootehniko je za mentorico diplomske naloge imenovala prof. dr. Antonijo Holcman.

Recenzent: prof. dr. Simon Horvat

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik: doc. dr. Silvester ŽGUR
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko

Članica: prof. dr. Antonija HOLCMAN
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko

Član: prof. dr. Simon HORVAT
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko

Datum zagovora:

Naloga je rezultat lastnega dela. Podpisani se strinjam z objavo svoje naloge v polnem tekstu na spletni strani Digitalne knjižnice Biotehniške fakultete. Izjavljam, da je naloga, ki sem jo oddal v elektronski obliki, identična tiskani verziji.

Kristjan Knafelc

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

- ŠD Vs
DK UDK 636.5.082.2(043.2)=863
KG perutnina/pitovni piščanci/telesna masa/dvosmerna selekcija/korelirani učinki
KK AGRIS L10/6100
AV KNAFELC, Kristjan
SA HOLCMAN, Antonija (mentorica)
KZ SI- 1230 Domžale, Groblje 3
ZA Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko
LI 2007
IN ANALIZA REZULTATOV RAZISKAV V JATAH IZ DVOSMERNE SELEKCIJE NA TELESNO MASO PIŠČANCEV
TD Diplomsko delo (visokošolski strokovni študij)
OP IX., 71 str., 15 pregl., 10 sl., 55 vir.
IJ sl
JI sl/en
AI V nalogi smo preučevali slovensko in tujo literaturo o dvosmernih selekcijskih poskusih na telesno maso piščancev. Analizirali smo rezultate raziskav ugotovljene na Oddelku za zootehniko Biotehniške fakultete, kjer izvajajo že 28 let dvosmerno selekcijo na telesno maso piščancev pri 56. dnevu starosti. Na piščancih iz teh linij (D+ in D-) je bilo opravljenih več različnih poskusov, rezultate teh poskusov smo zbrali in predstavili v tej diplomski nalogi ter jih primerjali z rezultati, ki jih navajajo tuji avtorji, ki so se prav tako ukvarjali z dvosmerno selekcijo na telesno maso piščancev. Ugotovili smo, da se s selekcijo piščancev na telesno maso doseže napredek telesne mase v zeleni smeri, istočasno pa s selekcijo na telesno maso piščancev povzročimo spremembe tudi v drugih lastnostih, ki so s selekcionirano lastnostjo v korelaciji (starost ob spolni zrelosti, nesnost, valilnost, fizikalne lastnosti jajc, vsebnost holesterola v jajcih, reprodukcijske lastnosti petelinov, fiziološko anatomske značilnosti, metabolične značilnosti, klavne lastnosti in lastnosti kakovosti mesa). Vzroka za korelacijo sta genetski in okoljski. Dvosmerno selekcionirane linije na telesno maso piščancev se uporabljajo tudi za študij učinkov dolgotrajne selekcije na rastnost in nekatere klavne lastnosti, saj zagotavljajo veliko informacij rejcem komercialnih pitovnih piščancev pri oblikovanju rejskih programov in proizvodnih strategij. Obenem pa predstavljajo odličen modelni sistem za uporabo tehnologij genskega kartiranja.

KEY WORDS DOCUMENTATION

DN Vs
DC UDC 636.5.082.2(043.2)=863
CX poultry/broilers/body weight/divergent selection/correlated traits
CC AGRIS L10/6100
AU KNAFELC, Kristjan
AA HOLCMAN, Antonija (supervisor)
PP SI- 1230 Domžale, Groblje 3
PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Zootechnical Department
PY 2007
TI ANALYSIS OF EXPERIMENTS ON DIVERGENT SELECTION FOR BODY WEIGHT IN CHICKENS
DT Graduation Thesis (Higher professional studies)
NO IX., 71 p., 15 tab., 10 fig., 55 ref.
LA sl
AL sl/en
AB In this B.Sc. thesis we analysed Slovene and foreign scientific literature involving divergent selection experiments on body weight in chickens. Slovene literature was based on several studies published on a divergent selection for body weight in chickens on the 56th day (named D+ and D- chicken lines) that have been performed at the Zootechnical Department (Biotechnical Faculty, University of Ljubljana) for 28 years. These results were compared with similar studies conducted abroad for various parameters or related traits. We found, that divergent selection resulted in the gradual progress of body weight in the desired direction. At the same time, changes in body weight of selected chickens also caused changes in other traits such as those linked with the hen's reproduction (e.g., age at sexual maturity, number of laid eggs, hatchability, physical characteristics of eggs, egg cholesterol content), various reproductive traits in males, anatomical and metabolic parameters, as well in some meat quality traits. We identified and discussed possible genetic and environmental factors responsible for the changes in these other traits. The correlation is based on genetic and environmental factors. We also emphasised advantages of using divergently selected lines in basic research to map and identify quantitative trait loci for growth. Such basic knowledge can, in turn, be used by breeding programmes in commercial populations to help select most efficient animals for growth not only on the phenotype but also on the basis of genotype information.

KAZALO VSEBINE

| | str. |
|--|-----------|
| Ključna dokumentacijska informacija (KDI) | III |
| Key words documentation (KWD) | IV |
| Kazalo vsebine | V |
| Kazalo preglednic | VIII |
| Kazalo slik | IX |
| 1 UVOD | 1 |
| 2 DIREKTNI UČINEK DVOSMERNE SELEKCIJE NA TELESNO MASO PIŠČANCEV | 3 |
| 3 DVOSMERNNA SELEKCIJA NA TELESNO MASO PIŠČANCEV IN VPLIVI NA DRUGE LASTNOSTI | 14 |
| 3.1 STAROST OB SPOLNI ZRELOSTI, NESNOST IN VALILNOST | 14 |
| 3.1.1 Starost ob spolni zrelosti | 14 |
| 3.1.2 Nesnost | 16 |
| 3.1.3 Valilnost | 17 |
| 3.2 FIZIKALNE LASTNOSTI JAJC | 19 |
| 3.2.1 Masa jajca | 19 |
| 3.2.2 Indeks jajčne oblike | 20 |
| 3.2.3 Barva jajčne lupine | 20 |
| 3.2.4 Debelina jajčne lupine | 21 |
| 3.2.5 Masa jajčne lupine | 22 |
| 3.2.6 Višina beljaka in haughove enote | 22 |
| 3.2.7 Barva rumenjaka | 23 |
| 3.2.8 Prisotnost krvnih in mesnih peg | 23 |

| | | |
|-------|--|----|
| 3.3 | VSEBNOST HOLESTEROLA V JAJCIH | 24 |
| 3.4 | REPRODUKCIJSKE LASTNOSTI PETELINOV | 25 |
| 3.4.1 | Volumen ejakulata | 26 |
| 3.4.2 | Koncentracija semenčic | 26 |
| 3.4.3 | Odstotek mrtvih in patološko oblikovanih semenčic | 27 |
| 3.4.4 | pH semena | 28 |
| 3.4.5 | Gibljivost semenčic | 28 |
| 3.4.6 | Oplojenost jajc | 29 |
| 3.5 | FIZIOLOŠKO ANATOMSKE ZNAČILNOSTI | 29 |
| 3.5.1 | Življenjsko pomembni telesni organi | 29 |
| 3.5.2 | Ekonomsko pomembni telesni deli | 30 |
| 3.5.3 | Prebavni organi | 32 |
| 3.6 | PREBAVNE IN METABOLIČNE ZNAČILNOSTI | 33 |
| 3.6.1 | Prebavljivost krme | 33 |
| 3.6.2 | Presnova krme | 34 |
| 3.6.3 | Izkoriščanje krme | 34 |
| 3.7 | KLAVNE LASTNOSTI | 35 |
| 3.7.1 | Klavnost | 35 |
| 3.7.2 | Delež prsne mišičnine | 36 |
| 3.7.3 | Delež beder | 38 |
| 3.7.4 | Delež podkožne maščobe | 38 |
| 3.7.5 | Delež trebušne maščobe | 39 |
| 3.7.6 | Delež telesne maščobe | 41 |
| 3.8 | KAKOVOST MESA | 41 |
| 3.8.1 | Kemijska sestava mesa | 41 |
| 4 | UPORABNOST DVOSMERNO SELEKCIONIRANIH LINIJ PIŠČANCEV NA TELESNO MASO V MOLEKULARNO GENETSKIH RAZISKAVAH | 44 |
| 5 | RAZPRAVA IN SKLEPI | 47 |

| | | |
|--------------|--|----|
| 5.1 | RAZPRAVA | 47 |
| 5.1.1 | Direktni učinek dvosmerne selekcije na telesno maso piščancev | 48 |
| 5.1.2 | Dvosmerna selekcija na telesno maso piščancev in vplivi na druge lastnosti | 49 |
| 5.1.2.1 | Starost ob spolni zrelosti, nesnost in valilnost | 49 |
| 5.1.2.2 | Fizikalne lastnosti jajc | 50 |
| 5.1.2.3 | Vsebnost holesterola v jajcih | 52 |
| 5.1.2.4 | Reprodukcijske lastnosti petelinov | 52 |
| 5.1.2.5 | Fiziološko anatomske značilnosti | 54 |
| 5.1.2.6 | Prebavne in metabolične značilnosti | 56 |
| 5.1.2.7 | Klavne lastnosti | 57 |
| 5.1.2.8 | Kakovost mesa | 59 |
| 5.1.3 | Uporabnost dvosmerno selekcioniranih linij piščancev na telesno maso v molekularno genetskih raziskavah | 59 |
| 5.2 | SKLEPI | 61 |
| 6 | POVZETEK | 65 |
| 7 | VIRI | 67 |
| | ZAHVALA | |

KAZALO PREGLEDNIC

| | str. |
|--|------|
| Pregl. 1: Povprečni tedenski prirast (g) piščancev D+ in D- (Holcman, 1992: 61-72) | 6 |
| Pregl. 2: Povprečna telesna masa (g) petelinčkov D+ in D- po tednih (Mužic, 1990: 73-74) | 7 |
| Pregl. 3: Povprečni dnevni prirast (g) petelinčkov D+ in D- (Mužic, 1990: 75-76) | 9 |
| Pregl. 4: Povprečni delež posameznih telesnih delov (%) glede na telesno maso živih piščancev, ločeno po liniji in starosti (Katanbaf in sod., 1988: 11-19) | 32 |
| Pregl. 5: Povprečna prebavljivost pri petelinčkih D+ in D- (Mužic, 1990: 83-86) | 34 |
| Pregl. 6: Povprečna klavnost (%) pri piščancih D+ in D- različne starosti ločenih po spolu (Unetič, 2001: 42) | 36 |
| Pregl. 7: Povprečni delež prsne mišičnine (%) pri piščancih D+ in D- različne starosti ločenih po spolu (Unetič, 2001: 49-50) | 37 |
| Pregl. 8: Povprečni delež prsne mišičnine (%) pri piščancih različne starosti ločenih po liniji (Dunnington in Siegel, 1995: 761-770) | 37 |
| Pregl. 9: Povprečni delež beder (%) pri piščancih D+ in D- različne starosti ločenih po spolu (Unetič, 2001: 52) | 38 |
| Pregl. 10: Povprečni delež podkožne maščobe (%) pri petelinčkih in jarčkah linij D+ in D- različnih starostih (Unetič, 2001: 45) | 38 |
| Pregl. 11: Povprečni delež trebušne maščobe (%) pri petelinčkih in jarčkah linij D+ in D- pri različnih starostih (Unetič, 2001: 47) | 40 |
| Pregl. 12: Povprečni delež telesne maščobe (%) pri petelinčkih in jarčkah linij D+ in D- pri različnih starostih (Unetič, 2001: 48) | 41 |
| Pregl. 13: Kemijska sestava mesa beder s kožo (%) pri petelinčkih in jarčkah linij D+ in D- (Holcman in sod., 1995: 219-223) | 42 |
| Pregl. 14: Kemijska sestava mesa prsne mišičnine s kožo (%) pri petelinčkih in jarčkah linij D+ in D- (Holcman in sod., 1995: 219-223) | 43 |
| Pregl. 15: Nasprotnojuči rezultati slovenskih in tujih raziskovalcev | 64 |

KAZALO SLIK

| | str. |
|--|------|
| Slika 1: Povprečna telesna masa petelinčkov pri osmih tednih starosti iz težje (D+) oziroma lažje (D-) linije po generacijah | 4 |
| Slika 2: Povprečna telesna masa jarčk pri osmih tednih starosti iz težje (D+) oziroma lažje (D-) linije po generacijah | 5 |
| Slika 3: Povprečni tedenski prirast (g) petelinčkov D+ in D- (Holcman, 1992: 61-72) | 6 |
| Slika 4: Povprečni tedenski prirast (g) jarčk D+ in D- (Holcman, 1992: 61-72) | 7 |
| Slika 5: Povprečna telesna masa petelinčkov D+ in D- po tednih (Mužic,1990: 73-74) | 8 |
| Slika 6: Povprečni dnevni prirast petelinčkov D+ in D- po tednih (Mužic,1990: 75-76) | 9 |
| Slika 7: Povprečna telesna masa petelinčkov pri osmih tednih starosti iz navzgor oziroma navzdol selekcionirane linije po generacijah (Dunnington in Siegel,1996: 1168-1179) | 10 |
| Slika 8: Povprečna telesna masa jarčk pri osmih tednih starosti iz navzgor oziroma navzdol selekcionirane linije po generacijah (Dunnington in Siegel,1996: 1168-1179) | 11 |
| Slika 9: Povprečna telesna masa petelinčkov po tednih v šesti generaciji iz težje in lažje linije (Mignon-Grasteau in sod., 1999: 44-51) | 12 |
| Slika 10: Povprečna telesna masa jarčk po tednih v šesti generaciji iz težje in lažje linije (Mignon-Grasteau in sod., 1999: 44-51) | 13 |

1 UVOD

Selekcija v živinoreji pomeni odbiro živali z namenom, da bo vsaka nova generacija boljša za gospodarnost reje od prejšnje. Predmet selekcije so torej gospodarsko pomembne lastnosti in njihovo izraženo lahko merimo (Bevc, 1992).

Dvosmerni selekcijski poskusi, ki lahko trajajo tudi več kot trideset generacij so odličen material za preverjanje teoretičnih napovedi, ki so nastale iz ocen genetskih parametrov v izhodiščnih populacijah, za testiranje direktnih in koreliranih učinkov v dvosmerno selekcioniranih linijah, za spremljanje razlike v srednjih vrednostih med navzgor in navzdol selekcionirano linijo ter za ugotavljanje koliko na določeno selekcionirano lastnost vplivajo genetski dejavniki in koliko dejavniki okolja (Hill, 1980, cit. po Reddy, 1996; Eisen, 1980, cit. po Reddy, 1996).

Glavni namen dvosmernih selekcijskih poskusov je raziskovanje genetike kvantitativnih lastnosti. Ko je razlika med dvosmerno selekcioniranima linijama dovolj velika, predstavljata liniji dragocen material za študij na drugih področjih (Bunger in Hill, 1998):

- Selekcionirani liniji je mogoče uporabiti za raziskovanje fizioloških in vedenjskih sprememb ter za pojasnitev komponente, ki so se spremenile oziroma, ki so prispevale k doseženemu selekcijskemu napredku. Take raziskave se lahko osredotočijo na vse nivoje organizma: gene, hormone, encime, organe, celotno žival.
- Selekcionirani liniji sta lahko dober model za proučevanje številnih genetskih mutacij ter za preizkušanje učinkov novih zdravil.
- Selekcionirani liniji zagotavljata edinstven material za identifikacijo odsekov kromosomov (kvantitativnih lokusov), ki vplivajo na selekcijsko lastnost.
- Selekcionirani liniji je mogoče uporabiti za testiranje posledic introgresije (vstavljanja) transgenov ali znanih mutacij v posamezne linije.

V literaturi je mogoče zaslediti več poročil o dvosmernih selekcijskih poskusih pri različnih vrstah laboratorijskih in domačih živalih. Selekcijo izvajajo na eno ali več lastnosti hkrati. Iz pregledane literature sodeč, je telesna masa živali najpogostejša lastnost

na katero odbirajo perutnino v dvosmernih selekcijskih eksperimentih. Z dvosmerno selekcijo na telesno maso piščancev so se ukvarjali Holcman (1985, 1986, 1992), Holcman in sod. (1993), Mužic (1990), Dunnington in Siegel (1987, 1995, 1996), Liu in sod. (1995), Goodman in Shealey (1977), Maloney in sod. (1963, 1967), Mignon-Grasteau in sod. (1999), Zelenka in sod. (1987), Edens in sod. (1973), Katanbaf in sod. (1988), Barbato in sod. (1984), Calabotta in sod. (1985) itd.

Pri dvosmerni selekciji piščancev na telesno maso selekcioniramo živali v dveh nasprotnih smereh, v eni liniji na večjo in v drugi na manjšo telesno maso. Pri tem spremljamo razliko v srednjih vrednostih med navzgor in navzdol selekcionirano linijo, ki delujeta kot kontrola druga drugi. S selekcijo piščancev na telesno maso dosežemo napredek telesne mase v želeni smeri, istočasno s spremembo srednje vrednosti selekcionirane lastnosti pa selekcija na telesno maso piščancev povzroči spremembe tudi v drugih lastnostih, ki so s selekcionirano lastnostjo v korelaciji. Vzroka za korelacijo sta genetski in okoliški (Fabijan, 1993).

Namen naloge je bil proučiti slovensko in tujo literaturo o dvosmernih selekcijskih poskusih na telesno maso piščancev. Dvosmerno selekcijo na telesno maso piščancev pri 56. dnevu starosti izvajajo na Oddelku za zootehniko Biotehniške fakultete od leta 1979. V letu 2007 se je izvalila že 34. generacija dvosmerno selekcioniranih piščancev. Na piščancih iz teh linij (D+ in D-) je bilo opravljenih več različnih poskusov. Rezultate teh poskusov želimo zbrati in predstaviti v tej diplomski nalogi ter jih primerjati z rezultati, ki jih navajajo tuji raziskovalci, ki so se prav tako ukvarjali z dvosmerno selekcijo na telesno maso piščancev.

2 DIREKTNI UČINEK DVOSMERNE SELEKCIJE NA TELESNO MASO PIŠČANCEV

Telesna masa živali ni odvisna le od genetskih dejavnikov, ampak tudi od dejavnikov okolja kot sta krma, način krmljenja in količina zaužite krme, ki je odvisna predvsem od kakovosti krme, zdravstvenega stanja in temperature okolja. Vendar tudi zauživanje in izkoriščanje krme sta odvisna od genetskih dejavnikov in dejavnikov okolja (Unetič, 2001).

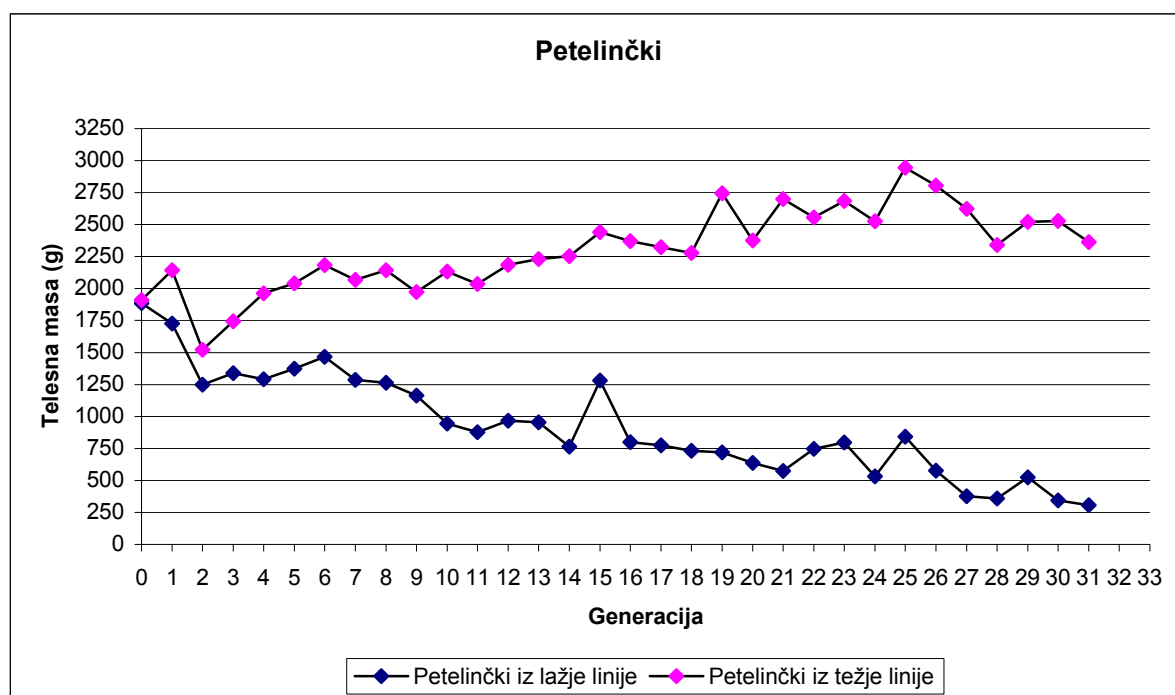
Povprečna telesna masa izvaljenega piščanca je od 37 do 40 gramov in s starostjo različno narašča glede na spol. V prvih tednih starosti telesna masa hitro narašča (do 6. oziroma 7. tedna starosti), nato pa se prirasti piščancev s starostjo postopoma zmanjšujejo (Lacy, 2002). S starostjo se povečuje tudi velikost skeleta, od katerega je odvisna telesna masa piščancev. Velikost skeleta je dedno pogojena in se povečuje zelo hitro do 10. tedna starosti (Zorko-Braun, 1979).

V strokovni literaturi je mogoče zaslediti več poročil o dvosmernih selekcijskih poskusih pri različnih vrstah perutnine (kokoših, prepelicah in purah), v katerih izvajajo selekcijo na eno ali več lastnosti hkrati. Iz pregledane literature sodeč je telesna masa živali najpogostejša lastnost na katero odbirajo perutnino v dvosmernih selekcijskih poskusih (Holcman, 1985).

Pri večini poskusov, kjer se je selekcioniralo na večjo in manjšo telesno maso piščancev je selekcija povzročila večje spremembe v liniji, ki je bila selekcionirana na večjo telesno maso kot v liniji, ki je bila selekcionirana na manjšo telesno maso. Značilnost obeh selekcioniranih linij je neenakomeren napredek telesne mase iz generacije v generacijo in vedno večja razlika med navzgor in navzdol selekcionirano linijo v telesni masi iz generacije v generacijo (Holcman, 1985).

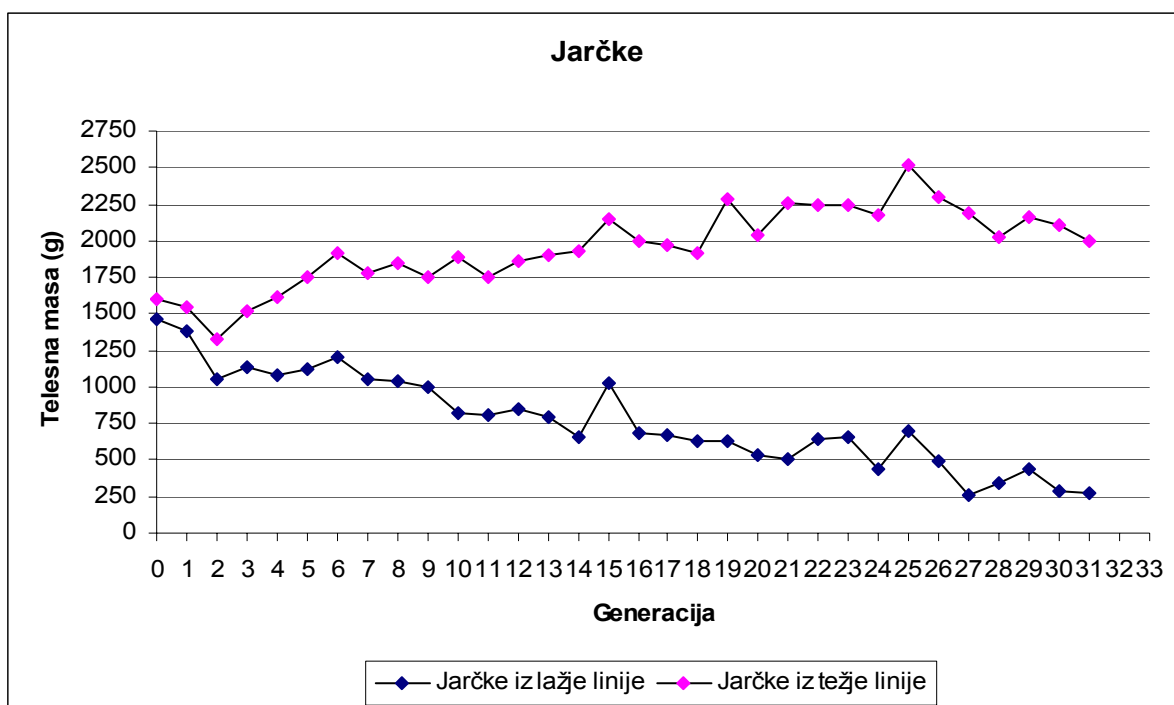
Slovenski raziskovalci so iz očetovske linije D, ki se je vključevala v križanja za pridobivanje pitovnih piščancev prelux-bro, leta 1979 odbrali 50 najtežjih jarkic iz matične linije in 10 najtežjih petelinčkov za oblikovanje linije D+. Prav tako so odbrali 50 najlažjih

jarkic in 10 najlažjih petelinčkov za oblikovanje linije D- (Holcman, 1985). Na ta način so dobili navzgor selekcionirano linijo (D+) in navzdol selekcionirano linijo (D-), nakar sedaj že trintrideset generacij odbirajo najlažje in najtežje živali pri starosti 56 dni. Direktni učinki te dvosmerne selekcije so objavljeni do 31 generacije (slika 1). Ugotovili so, da se je telesna masa pri piščancih obeh spolov in obeh linij (težja in lažja linija) skozi enaintrideset generacij iz generacije v generacijo spreminjala. Pri petelinčkih iz težje linije (D+) je bila povprečna telesna masa v prvi generaciji pri starosti osem tednov 2144 g, nato so petelinčki v drugi generaciji dosegli najmanjšo telesno maso v poskusu (1521 g). Od tretje generacije naprej se je telesna masa v posameznih generacijah povečevala oziroma zmanjševala in v 25. generaciji dosegla največjo telesno maso (2945 g) in se nato postopoma zmanjševala do 31. generacije (2362 g). Petelinčki iz lažje linije (D-) so imeli povprečno telesno maso v 1. generaciji pri starosti osem tednov 1727 g. Nato se je telesna masa pri petelinčkih iz generacije v generacijo spreminjala, vendar se je telesna masa skoraj pri vseh generacijah postopoma zmanjševala in petelinčki so dosegli v enaintrideseti generaciji najmanjšo telesno maso (306 g) (Flisar, 2007).



Slika 1: Povprečna telesna masa petelinčkov pri osmih tednih starosti iz težje (D+) oziroma lažje (D-) linije po generacijah (Flisar, 2007)

Pri jarčkah (slika 2) iz težje linije (D+) je bila v prvi generaciji povprečna telesna masa pri starosti osem tednov 1551 g, nato so jarčke v drugi generaciji dosegle najmanjšo telesno maso v poskusu (1331 g). Od tretje generacije naprej se je telesna masa v posameznih generacijah povečevala oziroma zmanjševala in v 25. generaciji dosegla največjo telesno maso (2517 g), nato se je postopoma zmanjševala in v 31. generaciji, dosegla 1992 g. Jarčke iz lažje linije (D-) so bile povprečno težke v prvi generaciji pri starosti osem tednov 1376 g. Nato se je telesna masa pri jarčkah iz generacije v generacijo spreminjala, vendar se je telesna masa skoraj pri vseh generacijah postopoma zmanjševala in dosegla v zadnji generaciji le 271 g (Flisar, 2007).



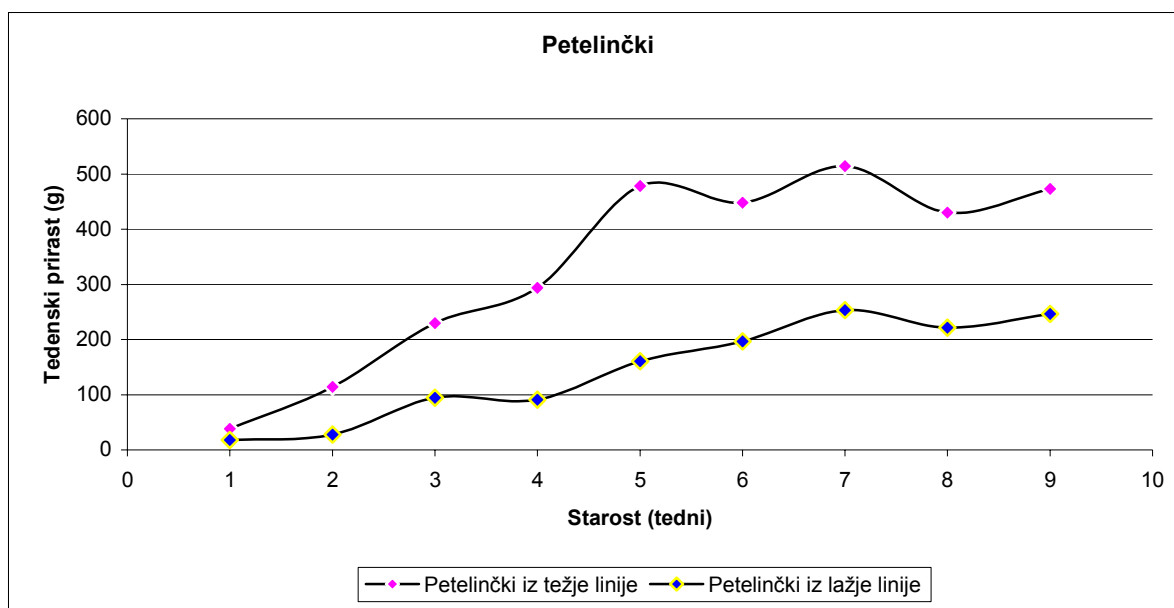
Slika 2: Povprečna telesna masa jarčk pri osmih tednih starosti iz težje (D+) oziroma lažje (D-) linije po generacijah (Flisar, 2007)

Piščanci iz težje linije (D+) so imeli od izvalitve pa do devetega tedna starosti v štirinajsti generaciji večje dnevne priraste kot piščanci iz lažje linije (D-), vendar so se jim prirasti povečevali le do petega tedna starosti, nato so se do konca poskusa postopoma zmanjševali (preglednica 1, slika 3 in 4). Medtem, ko so piščanci iz lažje linije (D-) priraščali do sedmega tedna starosti, nakar so se jim prirasti v osmem in devetem tednu starosti zmanjšali (preglednica 1, slika 3 in 4). Povprečni tedenski prirast je bil pri petelinčkih iz

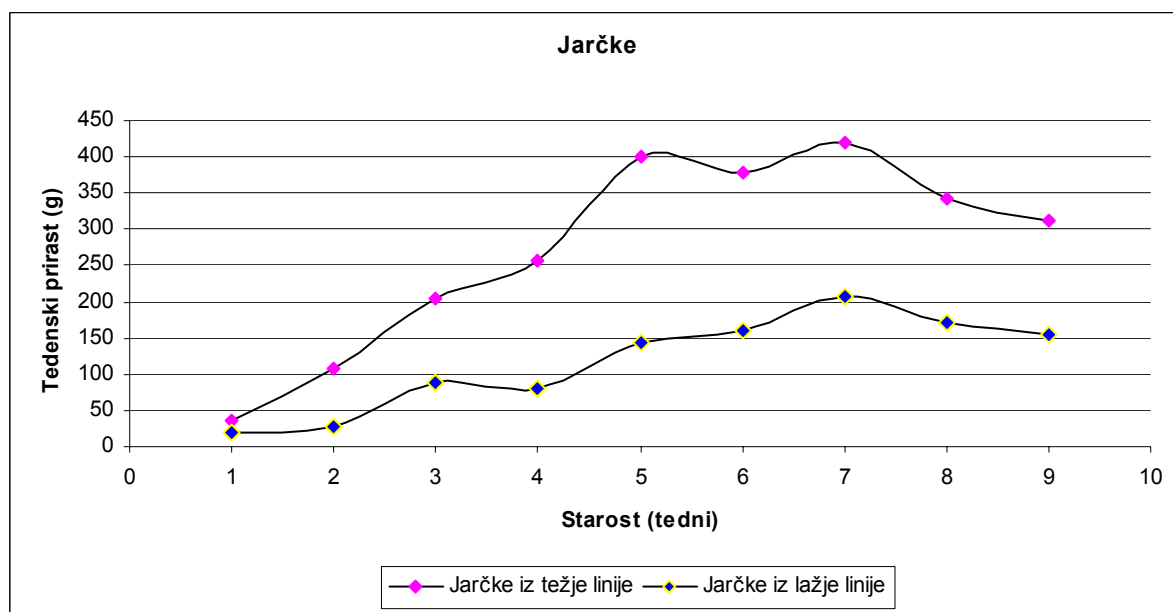
težje linije (D+) 335,54 g in 273,2 pri jarčkah iz težje linije (D+). V lažji liniji (D-) so imeli petelinčki povprečni tedenski prirast 145,5 g ter jarčke 116,8 g (Holcman, 1992).

Preglednica 1: Povprečni tedenski prirast (g) piščancev D+ in D- (Holcman, 1992: 61-72)

| STAROST (v tednih) | Linija D+ | | Linija D- | |
|-----------------------|------------|--------|------------|--------|
| | Petelinčki | Jarčke | Petelinčki | Jarčke |
| 1 | 38,44 | 36,12 | 18,00 | 20,01 |
| 2 | 114,15 | 108,11 | 27,62 | 27,34 |
| 3 | 229,30 | 204,26 | 94,55 | 87,32 |
| 4 | 294,18 | 256,59 | 90,95 | 79,03 |
| 5 | 478,27 | 401,11 | 160,66 | 142,70 |
| 6 | 448,37 | 378,01 | 196,48 | 160,58 |
| 7 | 513,98 | 420,48 | 253,23 | 206,88 |
| 8 | 430,30 | 343,17 | 221,47 | 172,13 |
| 9 | 472,86 | 310,80 | 246,47 | 155,33 |



Slika 3: Povprečni tedenski prirast (g) petelinčkov D+ in D- (Holcman, 1992: 61-72)

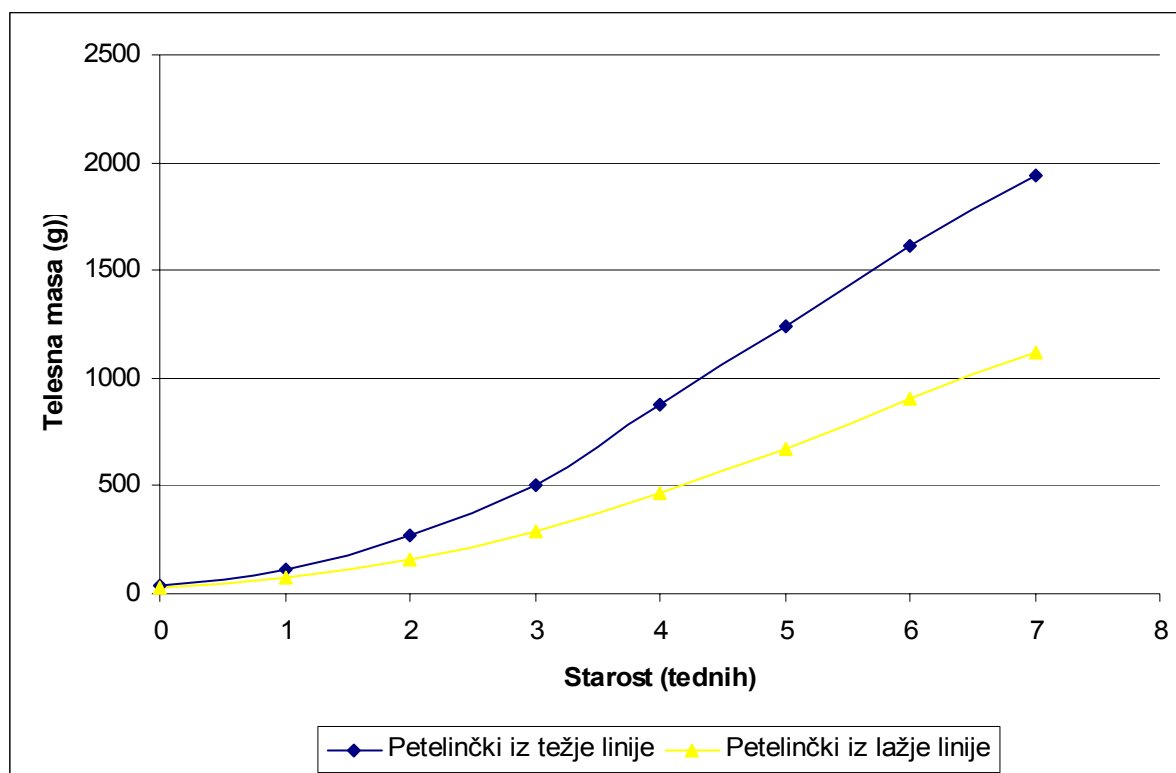


Slika 4: Povprečni tedenski prirast (g) jarčk D+ in D- (Holcman, 1992: 61-72)

Mužic (1990) je imel v poskusu petelinčke, ki so bili selekcionirani skozi deset generacij na večjo (D+) oziroma manjšo (D-) telesno maso (preglednica 2). V deseti generaciji je bila povprečna telesna masa pri izvaljenih petelinčkih iz težje linije 33,59 g. V zadnjem (sedmem) tednu poskusa pa so petelinčki dosegli v povprečju 1939,6 g. Precej lažji so bili petelinčki iz lažje linije, ob izvalitvi 26,78 g in na koncu poskusa 1119,13 g (preglednica 2, slika 5).

Preglednica 2: Povprečna telesna masa (g) petelinčkov D+ in D- po tednih (Mužic, 1990: 73-74)

| STAROST (v tednih) | Linija D+ (n= 30) | Linija D- (n= 30) |
|-----------------------|----------------------|----------------------|
| 0 | 33,59 | 26,78 |
| 1 | 108,13 | 70,75 |
| 2 | 274,00 | 154,76 |
| 3 | 501,43 | 290,30 |
| 4 | 873,13 | 466,13 |
| 5 | 1241,63 | 672,66 |
| 6 | 1610,00 | 901,43 |
| 7 | 1939,6 | 1119,13 |



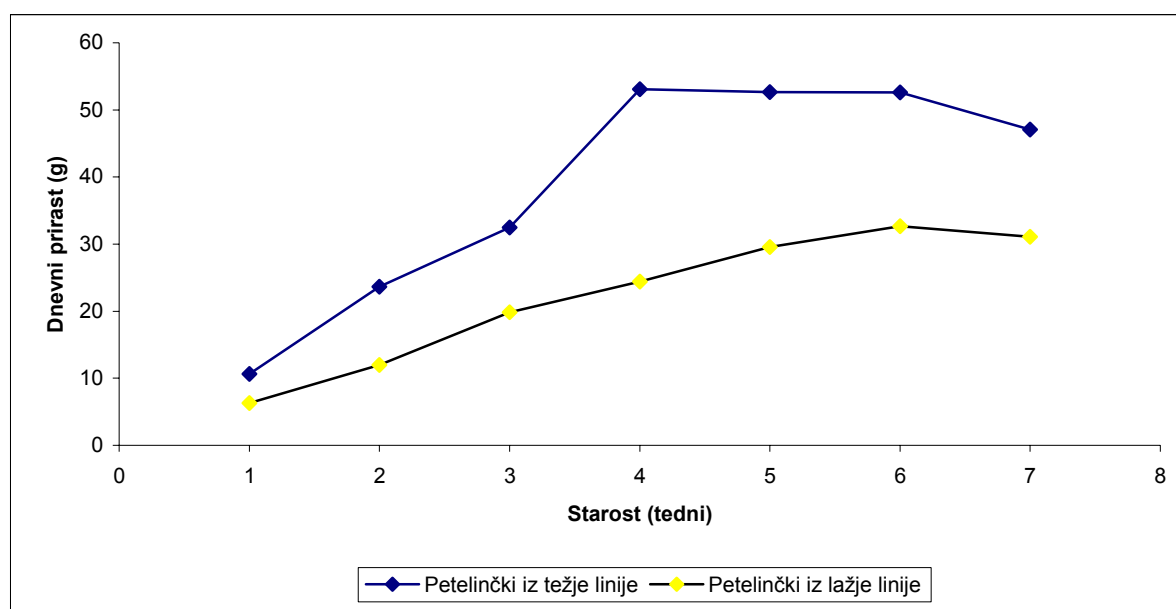
Slika 5: Povprečna telesna masa petelinčkov D+ in D- po tednih (Mužic,1990: 73-74)

V deseti generaciji je bila razlika v telesni masi med petelinčki, ki so bili selekcionirani na večjo in manjšo telesno maso ob izvalitvi 6,81 g (20,27 %), v sedmem tednu starosti pa 820,47 g (42,3 %) (Mužic, 1990).

Petelinčki iz težje linije (D+) so imeli od izvalitve in do sedmega tedna starosti v deseti generaciji večje dnevne priraste kot petelinčki iz lažje linije (D-), vendar so se jim prirasti povečevali le do četrtega tedna starosti, nato so se do konca poskusa postopoma zmanjševali (preglednica 3, slika 6). Medtem, ko so petelinčki iz lažje linije (D-) priraščali do šestega tedna starosti in le v zadnjem tednu poskusa so se jim dnevni prirasti zmanjševali (preglednica 3, slika 6). Povprečni dnevni prirast je bil pri petelinčkih iz težje linije (D+) 38,85 g in pri petelinčkih iz lažje linije (D-) 22,29 g (Mužic, 1990).

Preglednica 3: Povprečni dnevni prirast (g) petelinčkov D+ in D- (Mužic,1990: 75-76)

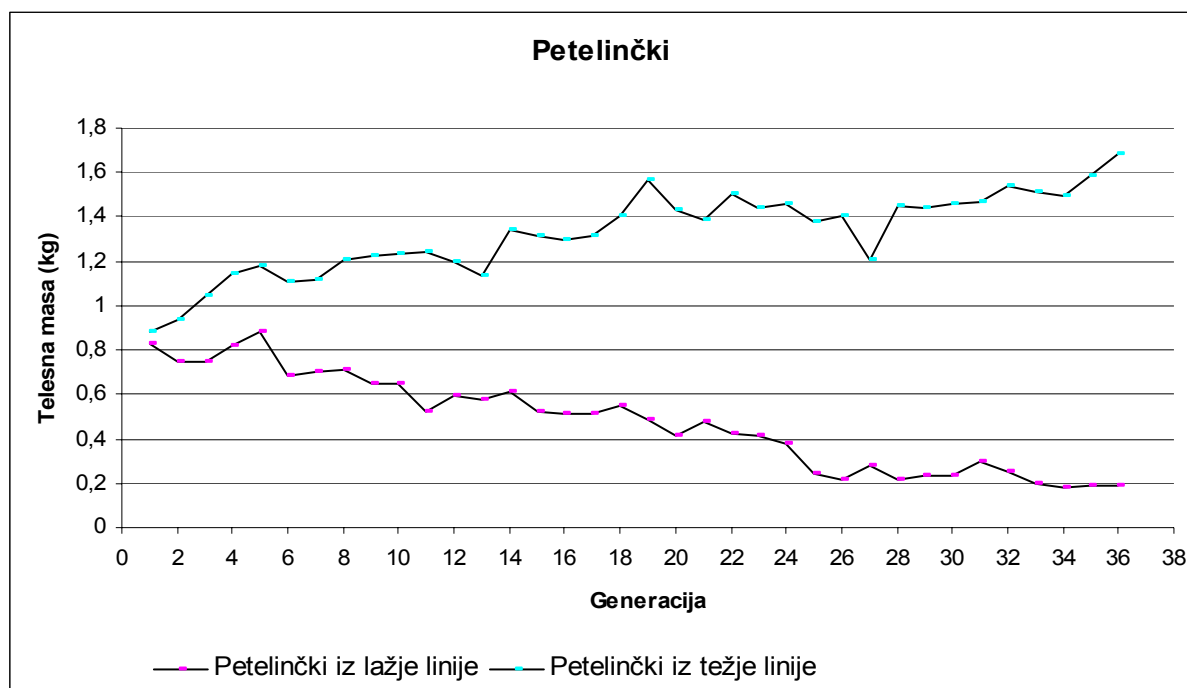
| STAROST (v tednih) | Linija D+ | Linija D- |
|-----------------------|-----------|-----------|
| 1 | 10,64 | 6,28 |
| 2 | 23,68 | 11,99 |
| 3 | 32,49 | 19,84 |
| 4 | 53,09 | 24,44 |
| 5 | 52,64 | 29,56 |
| 6 | 52,62 | 32,66 |
| 7 | 47,08 | 31,12 |



Slika 6: Povprečni dnevni prirast petelinčkov D+ in D- po tednih (Mužic,1990: 75-76)

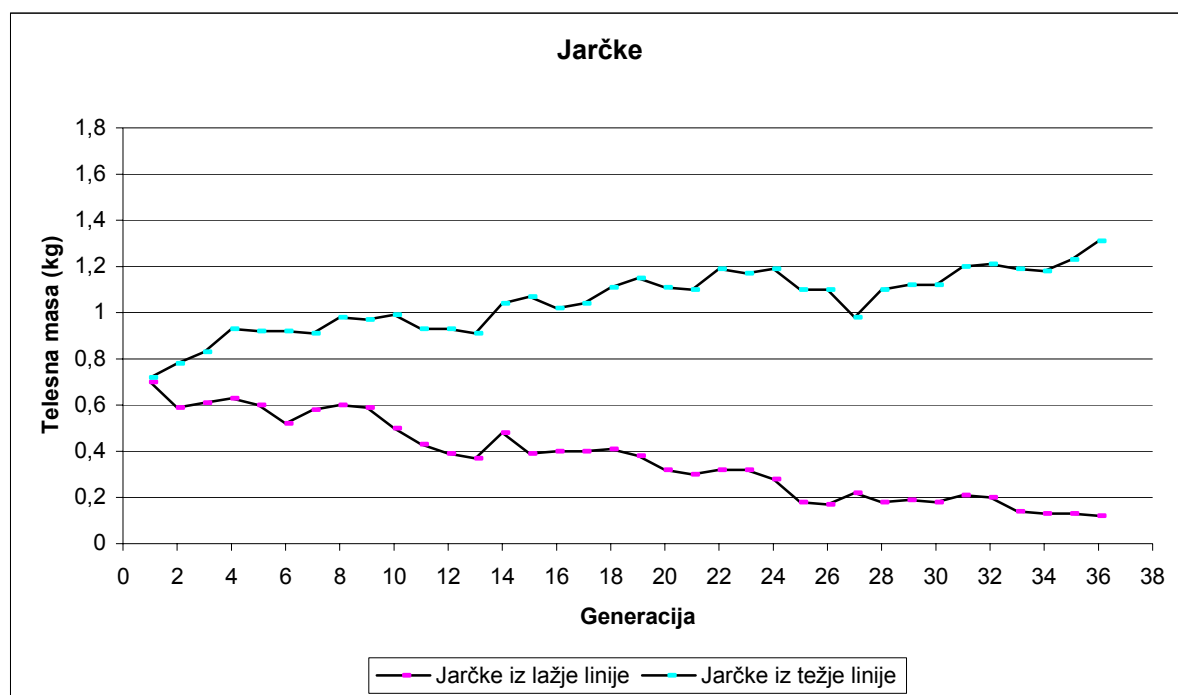
Dunnington in Siegel (1996) sta preučevala vpliv dvosmerne selekcije na telesno maso pri starosti osem tednov pri piščancih bele plimutke skozi osemtrideset generacij. Objavila sta ugotovitve vključno do šestintridesete generacije ter ugotovila, da se je telesna masa pri piščancih obeh spolov in obeh linij (navzgor in navzdol selekcionirana linija) skozi šestintrideset generacij iz generacije v generacijo spreminjala. Pri petelinčkih iz navzgor selekcionirane linije (slika 7) je bila v prvi generaciji povprečna telesna masa pri starosti osem tednov 0,88 kg, nato je bil iz generacije v generacijo izrazit trend povečevanja telesne mase. V 36. generaciji so petelinčki v povprečju dosegli največjo telesno maso, 1,68 kg. Petelinčki iz navzdol selekcionirane linije (slika 7) so imeli povprečno telesno

maso v prvi generaciji pri starosti osem tednov 0,83 kg. Nato je bil iz generacije v generacijo trend zmanjševanja telesne mase in v zadnji generaciji so dosegli 0,19 kg.



Slika 7: Povprečna telesna masa petelinčkov pri osmih tednih starosti iz navzgor oziroma navzdol selekcionirane linije po generacijah (Dunnington in Siegel, 1996: 1168-1179)

Pri jarčkah iz navzgor selekcionirane linije (slika 8) je bila v prvi generaciji povprečna telesna masa pri starosti osem tednov 0,72 kg, nato je bil trend povečevanja telesne mase iz generacije v generacijo. V zadnji 36. generaciji so jarčke v povprečju dosegle največjo telesno maso in sicer 1,31 kg. Jarčke iz navzdol selekcionirane linije (slika 8) so imele povprečno telesno maso v prvi generaciji pri starosti osem tednov 0,70 kg. Nato je bil izrazit trend zmanjševanja telesne mase iz generacije v generacijo in v zadnji generaciji so jarčke dosegle le 0,12 kg.

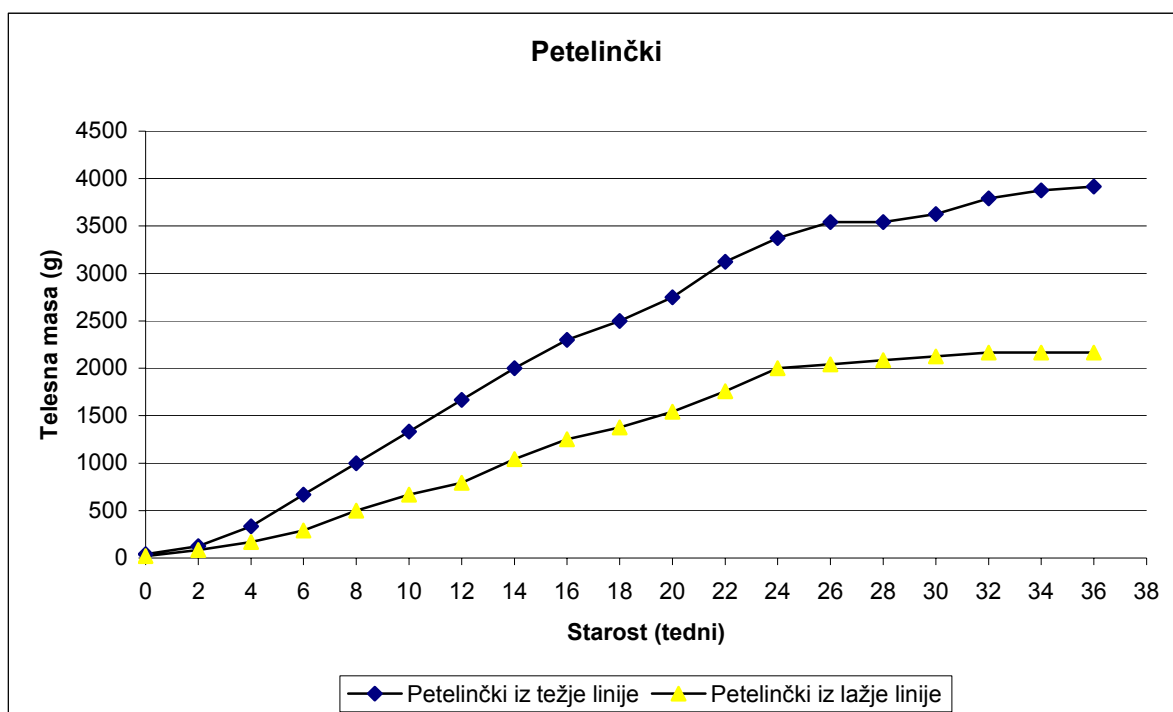


Slika 8: Povprečna telesna masa jarčk pri osmih tednih starosti iz navzgor oziroma navzdol selekcionirane linije po generacijah (Dunnington in Siegel, 1996: 1168-1179)

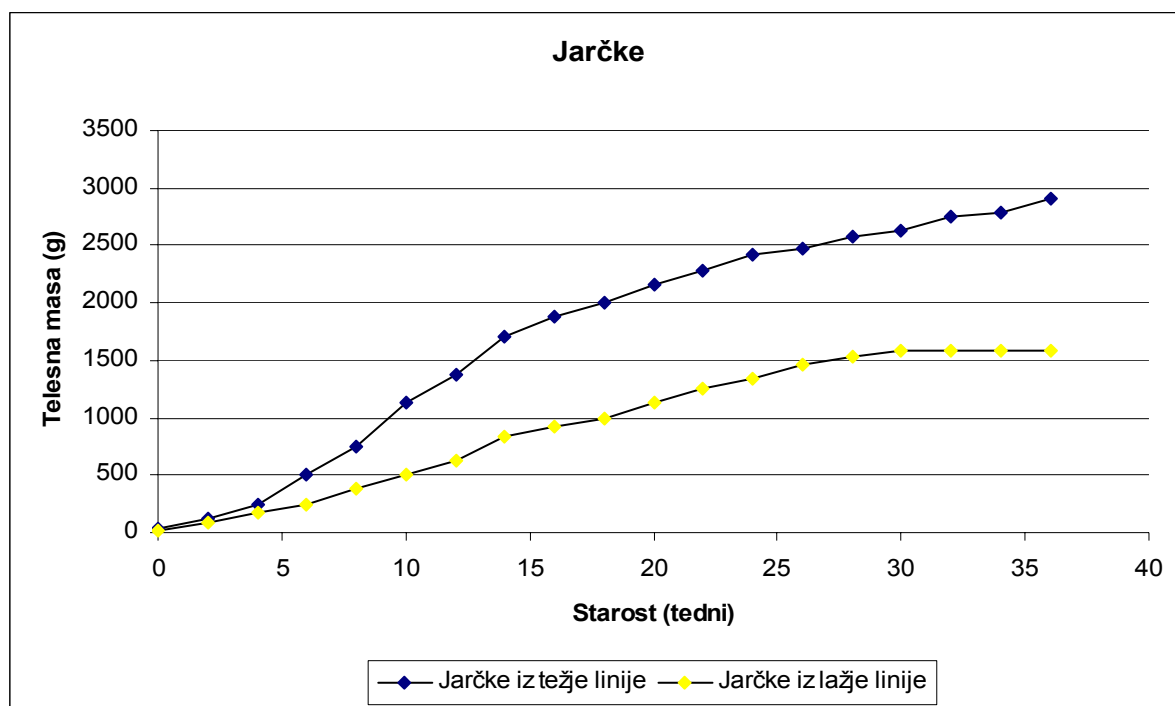
Dunnington in Siegel (1996) sta na koncu omenjenega poskusa ugotovila, da je bila razlika v telesni masi med petelinčki, ki so bili selekcionirani na večjo in manjšo telesno maso v prvi generaciji 0,05 kg (za 5,68 % večja telesna masa pri težji liniji), v zadnji generaciji pa 1,49 kg (za 94,32 % večja telesna masa pri težji liniji). Nekoliko manjše razlike v telesni masi so bile med jarčkami, ki so bile selekcionirane na večjo in manjšo telesno maso. V prvi generaciji je bila razlika v telesni masi med jarčkami iz težje in lažje linije 0,02 kg (za 2,77 % večja telesna masa pri težji liniji), v zadnji generaciji pa 1,1 kg (za 90,84 % večja telesna masa pri težji liniji).

Mignon-Grasteau in sod. (1999) so štirinajst generacij odbirali piščance na večjo in manjšo telesno maso pri starosti osem in šestintrideset tednov. Ugotovili so, da imajo v prvih desetih generacijah večjo telesno maso piščanci iz težje linije kot piščanci iz lažje linije (slika 9 in 10) in da imajo petelinčki večjo telesno maso kot jarčke v obeh selekcioniranih linijah pri isti starosti. V prvih desetih generacijah je bila povprečna telesna masa dan starih piščancev iz težje linije 42, 25 g (petelinčki= 42,5 g, jarčke = 42 g), pri osmih tednih starosti 963,5 g (petelinčki= 1048 g, jarčke= 879 g) in pri šestintridesetih tednih 3433,5 g (petelinčki= 3782 g, jarčke= 3085 g). Piščanci iz lažje linije pa so imeli ob izvalitvi 35,3 g

(petelinčki= 35,5 g, jarčke= 35,1 g), pri osmih tednih starosti 567,5 g (petelinčki= 619 g, jarčke= 516 g) ter pri šestintridesetih tednih 2178,5 g (petelinčki= 2365 g, jarčke= 1992 g). V šesti generaciji je bila povprečna telesna masa izvaljenih piščancev iz težje linije 41,7 g (pri obeh spolih), pri osmih tednih starosti 875 g (petelinčki= 1000 g, jarčke= 750 g) in pri šestintridesetih tednih 3408 g (petelinčki= 3916 g, jarčke= 2900 g). Precej manjšo telesno maso so imeli ob izvalitvi piščanci iz lažje linije (21 g oba spola), pri osmih tednih 437,5 g (petelinčki= 500 g, jarčke= 375 g) in pri šestintridesetih tednih 1875 g (petelinčki= 2166,7 g, jarčke= 1584 g).



Slika 9: Povprečna telesna masa petelinčkov po tednih v šesti generaciji iz težje in lažje linije (Mignon-Grasteau in sod., 1999: 44-51)



Slika 10: Povprečna telesna masa jarčk po tednih v šesti generaciji iz težje in lažje linije (Mignon-Grasteau in sod., 1999: 44-51)

Na podlagi opravljenega selekcijskega poskusa na telesno maso piščancev so Mignon-Grasteau in sod. (1999) ugotovili, da so imeli večjo telesno maso piščanci iz težje linije kot piščanci iz lažje linije, ne glede na spol. Razlika v telesni masi dan starih petelinčkov med selekcioniranimi linijama je bila 7 g (za 16,47 % večja telesna masa pri težji liniji), pri osem tednov starih 429 g (za 40,94 % večja telesna masa pri težji liniji) in pri šestintridesetih tednih 1417 g (za 37,47 % večja telesna masa pri težji liniji). Pri jarčkah je bila razlika v telesni masi med linijama nekoliko manjša. Pri dan starih jarčkah 6,9 g (za 16,43 % večja telesna masa pri težji liniji), pri osmih tednih 363 g (za 41,3 % večja telesna masa pri težji liniji) ter pri šestintridesetih tednih 1093 g (za 35,43 % večja telesna masa pri težji liniji).

3 DVOSMERNNA SELEKCIJA NA TELESNO MASO PIŠČANCEV IN VPLIVI NA DRUGE LASTNOSTI

Selekcija na določeno lastnost omogoča napredek te lastnosti, po drugi strani pa povzroča spremembe v drugih lastnostih, ki so s selekcionirano lastnostjo v genetski korelaciji. Govorimo o koreliranih učinkih selekcije (Holcman, 1985).

S selekcijo piščancev na telesno maso povzročimo spremembe tudi na drugih lastnostih kot so: starost ob spolni zrelosti, nesnost, valilnost, fizikalne lastnosti jajc, vsebnost holesterola v jajcih, reprodukcijske lastnosti petelinov, fiziološko anatomske značilnosti, metabolične značilnosti, klavne lastnosti in kakovost mesa (Holcman, 1985).

3.1 STAROST OB SPOLNI ZRELOSTI, NESNOST IN VALILNOST

Najučinkovitejša prireja jajc bi bila s selekcijo na lažje živali, zgodnejšo zrelost, optimalno nesnost in večjo jajčno maso. Kokoši z večjo telesno maso potrebujejo več krme za vzdrževanje in proizvodnjo, ker potrebujejo več krme za rast telesa, kot za proizvodnjo jajc ter imajo slabšo nesnost kot kokoši z manjšo telesno maso ter nesejo lažja jajca, če upoštevamo pri tem njihovo telesno maso (Holcman in sod., 2004; Bell, 2002; Coon 2002a,b).

3.1.1 Starost ob spolni zrelosti

Spolna dozorelost je definirana s starostjo ob prvem znesenem jajcu (Holcman in sod., 2004). Na starost ob spolni zrelosti vplivajo genetski in okoljski dejavniki. Dejavniki okolja (prehrana, uhlevitev, svetloba, klima, zdravje kokoši itd.) so tisti, ki v veliki meri povzročajo zgodnejšo oziroma kasnejšo spolno zrelost. Pri genetskih dejavnikih pa je starost živali ob spolni dozorelosti odvisna od vrste perutnine in od proizvodnega tipa (nesni ali pitovni tip). Spolno zrelost naj bi jarčke dosegle v dobri telesni kondiciji, ki je predvsem odvisna od primerne starosti kokoši ob prvem znesenem jajcu in od telesne mase. Tako naj bi jarčke lahkega tipa dosegle spolno zrelost pri telesni masi od 1,3 do 1,6 kg in pri starosti od 16 do 20 tednov (Coon, 2002a), jarčke težkega tipa pa pri starosti okoli 24 tednov in pri telesni masi od 2,5 do 2,7 kg (Coon, 2002c). Kokoši, ki prej spolno

dozorijo nesejo na začetku nesnosti manjša jajca kot kokoši, ki kasneje spolno dozoriijo (Coon, 2002b).

Raziskovalci, ki so se ukvarjali s starostjo živali ob spolni zrelosti v dvosmerno selekcioniranih jatah so prišli do različnih ugotovitev. Goodman in Shealey (1977), Maloney in sod. (1963), Liu in sod. (1995) ter Zelenka in sod. (1987) so ugotovili, da jarčke iz linije selekcionirane na večjo telesno maso piščancev prej spolno dozoriijo kot jarčke iz linije selekcionirane na manjšo telesno maso. Maloney in sod. (1963), ki so selekcionirali deset generacij na večjo in manjšo telesno maso pri starosti dvanajst tednov so ugotovili, da jarčke iz linije selekcionirane na večjo telesno maso piščancev spolno dozoriijo pri starosti 28 tednov ter jarčke iz linije selekcionirane na manjšo telesno maso piščancev pri 32 tednih starosti. Liu in sod. (1995), ki so skozi šestintrideset generacij selekcionirali piščance na večjo in manjšo telesno maso pri 56. dnevu starosti so ugotovili, da so jarčke selekcionirane na večjo telesno maso spolno dozorele v prvih osemnajstih generacijah v povprečju pri starosti 23,8 tednov, od devetnajste do šestintridesete generacije pa povprečno pri starosti 26,2 tednov. Jarčke selekcionirane na manjšo telesno maso pa so v povprečju spolno dozorele pri 26,5 tednih v prvih osemnajstih generacijah ter v povprečju pri starosti 29,5 tednov od devetnajste do šestintridesete generacije. Zelenka in sod. (1987), ki so imeli v poskusu piščance bele plimutke selekcionirane petindvajset generacij na večjo in manjšo telesno maso pri starosti 56. dni so ugotovili, da jarčke iz težje linije dosežejo spolno zrelost pri starosti 27,6 tednov in jarčke iz lažje linije pri starosti 29,7 tednov.

Holcman (1986), ki je v dvosmernem selekcijskem poskusu odbirala sedem generacij piščance na večjo (D+) oziroma manjšo (D-) telesno maso pri 56. dnevu starosti, je ugotovila v splošnem ravno obratno. Povprečno je bila zgodnejša spolna zrelost ugotovljena pri jarčkah selekcioniranih na manjšo telesno maso. Spolna zrelost kokoši se je v prvih sedmih generacijah sicer spreminjala, a povprečna spolna zrelost jarčk iz težje linije je bila pri 25,5 tednih starosti, pri jarčkah iz lažje linije pa pri 23,3 tednih starosti. Intihar (2006) pa je v enaintrideseti generaciji istih linij ugotovila, da so kokoši selekcionirane na manjšo telesno maso spolno dozorele kasneje kot kokoši selekcionirane na večjo telesno maso. Kokoši težje linije (D+) so v povprečju spolno dozorele pri starosti

33. tednov, medtem ko so kokoši lažje linije (D-) spolno dozorele šele pri 36. tednih starosti.

Holcman (1986) ki je v dvosmernem selekcijskem poskusu odbirala sedem generacij piščance na večjo (D+) oziroma manjšo (D-) telesno maso pri 56. dnevu starosti je ugotovila, da se je starost pri spolni zrelosti pri obeh linijah (težja in lažja linija) in pri vseh generacijah selekcije od začetne do sedme generacije precej spreminjala. Ker se pri vseh linijah pojavljajo enaki trendi, zaključuje, da na spolno dozorevanje v veliki meri vpliva okolje. Poleg okolja je pomembno še parjenje v ožjem sorodstvu (inbriding) (Wikipedia, 2006). Tako je parjenje v ožjem sorodstvu skozi sedem generacij povzročilo kasnejšo spolno zrelost jarčk pri težji liniji za 0,46 tedna in pri lažji liniji za 0,11 tedna za vsak povečan odstotek inbridinga. Poleg inbridinga vpliva na spolno dozorelost telesna masa jarčk ob odbiri, saj se za vsakih 100 g povečane telesne mase jarčk ob odbiri podaljša spolna dozorelost pri težji liniji za 0,039 tedna in pri lažji liniji za 0,17 tedna (Holcman, 1985).

3.1.2 Nesnost

Na nesnost vplivajo genetski dejavniki in dejavniki okolja (letni čas, prehrana, intenzivnost nesnosti, vztrajnost nesenja, zdravstveno stanje, itd.) (Zabavnik-Cmok, 1974).

Za nesnost so primernejše lažje pasme kokoši (Ločniškar in sod., 1991). Vzrok zato je v plejotropičnem učinku, kjer ima nekaj genov, ki vplivajo na telesno maso piščancev, nasproten učinek na nesnost (Siegel, 1963). Do drugačnih ugotovitev je prišla Holcman (1985), ki je v poskusu, ki je trajal skozi sedem generacij ugotovila, da se ob povečani telesni masi piščancev za 100 g pri starosti 56 dni poveča nesnost za 2,7 jajc po kokoši pri težji liniji oziroma 1,3 jajc pri lažji liniji.

Strokovnjaki, ki so preučevali kako dvosmerna selekcija na telesno maso vpliva na nesnost, so ugotovili večjo nesnost pri kokoših iz linij, ki so selekcionirane na večjo telesno maso jarčk (Goodman in Shealey, 1977; Jacobsson, 2005, cit. po Mozetič, 2006). Jacobsson (2005, cit. po Mozetič, 2006) še dodaja, da je v navzgor selekcionirani liniji

večje število jajc z nepravilnostmi (jajca s sploščeno obliko in nagubano lupino), kar posledično prispeva k slabši valilnosti jajc. Do drugačnih ugotovitev je prišla Holcman (1985), ki pravi, da imajo večjo nesnost kokoši iz linij, ki so selekcionirane na manjšo telesno maso jarčk. Do istih rezultatov je prišla tudi Intihar (2006), ki je v enaintrideseti generaciji dvosmerno selekcioniranih kokoši linij D(+) in D(-) ugotovila, da je nesnost v povprečju pri lažji liniji v prvih 18 tednih nesnosti 28 jajc na kokoš, pri kokoših težje linije pa 17 jajc na kokoš. Glavni razlog za tako slabo nesnost v težji (D+) in lažji (D-) liniji je v pozni spolni dozorelosti, saj največjo nesnost doseže večina kokošjih jat od 30. do 36. tedna starosti, nato se nesnost zmanjšuje, pri nekaterih hitreje, pri drugih počasneje (Ločniškar in sod., 1991; Intihar, 2006). V tem primeru pa so kokoši iz težje linije (D+) znesle prvo jajce šele v starosti 33 tednov in kokoši iz lažje linije (D-) šele pri 36. tednih (Intihar, 2006).

Holcman (1985) je v dvosmernem selekcijskem poskusu na telesno maso piščancev skozi sedem generacij ugotovila, da so med generacijami v dvosmerni selekciji precejšnja nihanja v nesnosti ter, da ima vsak povečan odstotek inbridinga za posledico slabšo nesnost, torej dobimo manj jajc po kokoši v prvih 18 tednih nesnosti in sicer 4,3 jajc manj pri težji liniji (D+) in 1,96 jajc manj pri lažji liniji (D-).

3.1.3 Valilnost

Valilnost je zelo pomembna lastnost, ki jo upoštevajo selekcijski programi. Uspešnost valjenja je odvisna od različnih dejavnikov, med katerimi je genetski močno poudarjen. Uspešnost valjenja izražamo v odstotku valilnosti, ki je odvisen razen od genetskih dejavnikov še od dejavnikov okolja (zdravje jate, letni čas, skladiščenje jajc, itd.). Zelo pomembna je starost kokoši, saj valilnost narašča s starostjo kokoši v prvem letu, v drugem letu pa je navadno boljša kot v prvem. Najboljše rezultate pri valilnosti in pri izvaljenih piščancih lahko pričakujemo od kokoši starih 8-13 mesecev (Zorko-Braun, 1979).

Valilnost se lahko izraža v odstotku izvaljenih piščancev glede na število oplojenih jajc ali glede na število vloženih jajc (Fabijan, 1993). Povprečna valilnost (računana glede na število vloženih jajc) v petnajsti generaciji dvosmerne selekcije na telesno maso piščancev je bila pri težji liniji (D+) 62,10 % in pri lažji liniji (D-) 76,56 % (Holcman in sod., 1993)

ter v šestnajsti generaciji 60,51 % pri težji liniji (D+) in 65,34 pri lažji liniji (D-) (Terčič in sod., 1994). Nekoliko boljša pa je bila povprečna valilnost (računana na število oplojenih jajc) v petnajsti generaciji dvosmerne selekcije na telesno maso piščancev in sicer pri težji liniji (D+) 77,46 % ter pri lažji liniji (D-) 88,63 % (Fabijan, 1993). Maloney in sod. (1967), ki so preučevali kokoši skozi petnajst generacij dvosmerne selekcije na večjo in manjšo telesno maso so ugotovili, da je povprečen odstotek valilnosti (glede na število oplojenih jajc) v petnajstih generacijah selekcije pri težji liniji 78,74 % in pri lažji liniji 77,65 %. Nekoliko večji pa je bil odstotek valilnosti, računani glede na oplojenost jajc, v prvih desetih generacijah in sicer pri težji liniji 81 % in pri lažji liniji 79,24 % (Maloney in sod., 1963).

Holcman (1985) je v sedmih generacijah dvosmerne selekcije piščancev na večjo (D+) in manjšo (D-) telesno maso pri starosti 56 dni ugotovila, da se za vsakih 100 g povečane telesne mase piščancev pri osmih tednih starosti pri težji liniji (D+) zboljša valilnost za 0,37 % in pri lažji liniji (D-) poslabša valilnost za 6,7 %.

Poleg povečane telesne mase piščancev pa vpliva na uspešnost valjenja tudi parjenje v ožjem sorodstvu (inbriding) saj se za vsak povečan odstotek inbridinga zmanjša valilnost za 1,90 % pri navzgor selekcionirani liniji in 0,28 % pri navzdol selekcionirani liniji (Holcman, 1985). Maloney in sod. (1967) so po petnajstih generacijah dvosmerne selekcije na večjo oziroma manjšo telesno maso pri starosti dvanajst tednov ugotovili, da je vpliv inbridinga pri težji liniji 24 % in pri lažji liniji 29 %. Nordskog in Hassan (1971, cit. po Holcman, 1985) pa trdita, da se nasploh pri kokoših za vsakih 10 % porasta inbridinga zmanjša valilnost za 2,6 % ter da imajo geni za maso jajc nad dominantni direktni učinek na valilnost. To pomeni, da geni za težja jajca bolj zmanjšajo uspešnost valjenja (valilnost) kot geni za lažja jajca, tako da 10 gramsko povečanje mase jajc nad optimum zmanjša valilnost za 10,7 %, medtem ko 10 gramsko zmanjševanje mase jajc zmanjša valilnost za 3,9 %.

3.2 FIZIKALNE LASTNOSTI JAJC

Kakovost jajc določajo notranje in zunanje lastnosti jajc. Notranje lastnosti, ki vplivajo na kakovost jajc so kakovost beljaka in rumenjaka ter prisotnost peg v njih. Zunanje lastnosti, ki vplivajo na kakovost jajc so barva, debelina in trdnost lupine (Bevc, 1992).

Na kakovost jajčne lupine vplivajo genetski in okoljski dejavniki. Kakovost jajčne lupine je boljša pri mlajših nesnicah. Slaba kakovost jajčne lupine je povezana z odstotkom razbitih, hrapavih in poškodovanih jajc ter jajc nepravilnih oblik. Kakovost jajčne lupine določajo debelina lupine, zlom in natrtje jajca, deformacije, oblika lupine in gladkost lupine (Mauldin, 2002).

Od fizikalnih lastnosti jajc je odvisna kakovost jajc in s tem posledično uspešnejša valilnost ali prodajna vrednost jajc. Ekonomsko gledano so zaželena čim težja jajca, z značilno obliko, s temnejšo barvo lupine, s temno rumenim ali oranžnim rumenjacom in brez ali s čim manjšo vsebnostjo krvnih in mesnih peg (Holcman in sod., 2004).

3.2.1 Masa jajca

Masa jajca je odvisna od genetskih in okoljskih dejavnikov. Tržna vrednost jajca je odvisna od mase, saj težje kot je jajce, višje je uvrščeno v težnostni razred in višjo ceno doseže (Holcman in sod., 2004). Povprečno kokošje jajce je težko 64 g (Ločniškar in sod., 1991).

S povečanjem telesne mase kokoši se poveča tudi masa jajc. Goodman in Shealey (1977) sta preučevala selekcionirani liniji na večjo in manjšo telesno maso pri dvaindvajseti generaciji in ugotovila povprečno razliko med linijama glede na maso jajc 12,6 g (povprečna masa jajc pri težji liniji je bila 59,3 g in pri lažji liniji 46,7g). Do podobnih rezultatov so prišli Maloney in sod. (1967), ki so imeli v poskusu vključeni dve liniji, selekcionirani skozi petnajst generacij na večjo oziroma manjšo telesno maso. Ugotovili so, da so imele kokoši od prve do petnajste generacije povprečno maso jajca 57,94 g pri težji liniji in 50,4 g pri lažji liniji. Pri prvi generaciji je bila povprečna masa jajca pri težji liniji 60,5 g in pri lažji liniji 55,9 g, pri petnajsti generaciji pa pri težji liniji 58 g ter pri

lažji liniji 47,9 g. Nekoliko manjše povprečne razlike med linijama za maso jajc sta dobila v poskusu Holcman in Bevc (1992), ki sta preučevala kokoši iz štirinajste generacije dvosmerne selekcije na večjo (D+) oziroma manjšo (D-) telesno maso pri 56. dnevu starosti in sicer 7,3 g (povprečna masa jajc v težki liniji je bila 57,63 g in pri lažji liniji 50,34 g).

3.2.2 Indeks jajčne oblike

Indeks jajčne oblike nam pove obliko jajca. Večji, kot je indeks jajčne oblike bolj so jajca okrogla. Tipična jajca imajo vrednost indeksa od 70 % do 74 % (Holcman in sod., 2004). Jajca, ki imajo indeks večji od 74 % so bolj okrogla, tista z indeksom manjšim od 74 % so bolj podolgovata (Bevc, 1992).

Goodman in Shealey (1977), ki sta imela v poskusu vključeni dve liniji, selekcionirani skozi dvaindvajset generacij na večjo oziroma manjšo telesno maso, sta dobila povprečni indeks jajčne oblike pri lažji liniji 83,1 % in 81,1 % pri težji liniji. Do drugačnih ugotovitev sta prišla Holcman in Bevc (1992), ki sta preučevala kokoši iz štirinajste generacije dvosmerne selekcije na večjo (D+) oziroma manjšo (D-) telesno maso pri 56. dnevu starosti in ugotovila, da je večji indeks jajčne oblike pri liniji D+ (74,78 %) kot pri liniji D- (72,00 %).

3.2.3 Barva jajčne lupine

Barva lupine je dedna lastnost. Pri nas dajemo prednost jajcem z rjavo lupino, zaradi povpraševanja porabnikov po tej barvi jajc (Holcman in sod., 2004).

Barvo lupine se določa z reflektometrom na topem koncu jajca. Reflektometer meri količino svetlobe, ki se odbije od površine jajca. Temnejša kot je lupina, manjšo vrednost dosega posamezno jajce (Holcman in Bevc, 1992).

Temnejšo jajčno lupino imajo jajca iz težje linije v primerjavi z jajci iz lažje linije (Holcman in Bevc, 1992; Goodman in Shealey, 1977). Goodman in Shealey (1977), ki sta

preučevala dve liniji, selekcionirani skozi dvaindvajset generacij na večjo oziroma manjšo telesno maso sta ocenjevala barvo lupine jajc od 1-18 (večja kot je vrednost, temnejša je lupina) in ugotovila, da so jajca iz težje linije temnejša (9,7) kot jajca iz lažje linije (4,4). Holcman in Bevc (1992) sta preučevala kokoši iz štirinajste generacije dvosmerne selekcije na večjo (D+) oziroma manjšo (D-) telesno maso pri 56. dnevu starosti in ugotovila, da ima težja linija (D+) povprečno vrednost barve lupine 54,25 % ter lažja linija (D-) 73,64 %.

3.2.4 Debelina jajčne lupine

Na debelino jajčne lupine vplivajo genetski dejavniki (debelina lupine se s starostjo kokoši zmanjšuje) in dejavniki okolja. Dejavniki okolja so: letni čas (poleti je najtanjša lupina, pozimi najdebelejša), del dneva v katerem je jajce zneseno (jajca v popoldanskem času imajo debelejšo lupino), bolezni, stres itd. (Coon, 2002b). Kakovost in debelina jajčne lupine je boljša pri mlajših nesnicah kot pri starejših. Kakovost jajčne lupine se lahko določa z debelino jajčne lupine, sposobnostjo upiranja silam za lom ali natrtje, deformacijami, z obliko lupine in gladkostjo lupine. Debelina lupine je zelo dober pokazatelj kakovosti lupine. S povečano debelino jajčne lupine se veča tudi trdnost lupine, kar pomembno vpliva na sposobnost upiranja silam za natrtje ali lom lupine (Mauldin, 2002). To je zelo pomembna ekonomska lastnost pri prireji jajc, saj naj bi se kar okoli 10 % vseh znesenih jajc natrlo ali razbilo od gnezda do trgovine (Holcman in sod., 2004).

Goodman in Shealey (1977), ki sta preučevala dve liniji, selekcionirani skozi dvaindvajset generacij na večjo oziroma manjšo telesno maso sta ugotovila, da ima v povprečju težja linija debelejšo lupino kot lažja linija (težja linija 0,27 mm ter lažja linija 0,23 mm). Ravno nasprotno sta ugotovila Holcman in Bevc (1992), ki sta preučevala kokoši iz štirinajste generacije dvosmerne selekcije na večjo (D+) oziroma manjšo (D-) telesno maso pri 56. dnevu starosti. V povprečju je bila debelejša lupina pri jajcih iz lažje linije in sicer 0,36 mm v primerjavi z jajci težje linije (0,34 mm).

3.2.5 Masa jajčne lupine

Masa jajčne lupine predstavlja 10 do 12 % mase jajca, tako, da je masa jajčne lupine pri 60 g jajcu od 6 do 7,2 g (Zeidler, 2002). Maso jajčne lupine lahko izrazimo v mg/cm^2 (masa lupine na enoto površine jajca). Masa jajčne lupine je odvisna od genetskih dejavnikov in dejavnikov okolja. Razlika je že med jajci, ki so znesena zjutraj ali popoldne, saj imajo večjo maso lupine jajca, ki so znesena popoldne (Hester, 1986). Tudi svetleje obarvana jajčna lupina in naraščajoča starost kokoši sta vzrok za večjo maso jajčne lupine (Curtis in sod., 1986).

Holcman in Bevc (1992), ki sta preučevala kokoši iz štirinajste generacije dvosmerne selekcije na večjo (D+) oziroma manjšo (D-) telesno maso pri 56. dnevu starosti sta ugotovila večjo maso jajčne lupine na enoto površine jajca pri lažji liniji ($76,97 \text{ mg}/\text{cm}^2$) kot pri težji liniji ($73,48 \text{ mg}/\text{cm}^2$).

3.2.6 Višina beljaka in haughove enote

Večja kot je višina beljaka, boljša je notranja kakovost jajca. Splošno uporabljeno merilo kakovosti beljaka so haughove enote, ki so izračunane po formuli osnovani na višini gostega beljaka in masi jajca. Večja kot je vrednost haughovih enot, boljša je kakovost beljaka in višje je jajce uvrščeno na lestvici po kateri se razvršča jajca v kakovostne razrede po številu haughovih enot (Holcman in sod., 2004).

Holcman in Bevc (1992), ki sta preučevala kokoši iz štirinajste generacije dvosmerne selekcije na večjo (D+) oziroma manjšo (D-) telesno maso pri 56. dnevu starosti sta ugotovila, da imajo jajca pri težji liniji večjo povprečno vrednost haughovih enot kot jajca iz lažje linije in sicer pri težji liniji 80,73 ter 74,88 pri lažji liniji. Povprečna višina gostega beljaka pa je bila pri težji liniji 6,61 mm in 5,39 mm pri lažji liniji.

V dvosmernem selekcijskem poskusu, v katerem sta bili vključeni dve liniji, selekcionirani skozi dvaindvajset generacij na večjo oziroma manjšo telesno maso so imela jajca pri težji

liniji povprečno vrednost haughovih enot 80,8 in pri lažji liniji 82,9. Višina beljaka je bila pri težji liniji 6,8 mm in pri lažji liniji 6,4 mm (Goodman in Shealey, 1977).

3.2.7 Barva rumenjaka

Porabniki želijo predvsem jajca z zlato rumenimi ali celo oranžnimi rumenjaki. Na barvo rumenjaka vplivajo predvsem barvila v krmi, v manjši meri pa še pasma, proizvodni tip, starost kokoši, intenzivnost in obdobje nesnosti, maščobe in antioksidanti v krmi ter količine vitamina A in kalcija v obroku (Holcman in sod., 2004).

Raziskave so pokazale, da je temnejša barva rumenjaka pri težji liniji kot pri lažji liniji. Goodman in Shealey (1977), ki sta imela v poskusu vključeni dve liniji, selekcionirani skozi dvaindvajset generacij na večjo oziroma manjšo telesno maso sta ocenjevala barvo rumenjaka z ocenami od 1–7 (višja kot je ocena, temnejša je barva rumenjaka) in dobila povprečne vrednosti pri težji liniji 2,4 ter pri lažji liniji 1,8. Holcman in Bevc (1992) sta v jatah kokoši iz štirinajste generacije dvosmerne selekcije na večjo (D+) oziroma manjšo (D-) telesno maso pri 56. dnevu starosti ugotovila, da je bila povprečna vrednost barve rumenjaka v težji liniji 12,81 in v lažji liniji 12,69. Barva rumenjaka je pri njih ocenjena z La Roche-jevo pahljačo in sicer od 1 do 15. Večja kot je vrednost, temneje je obarvan rumenjaki.

3.2.8 Prisotnost krvnih in mesnih peg

Krvne in mesne pege v jajcih so različnih velikosti. Velike pege so lahko vidne že pri presvetljevanju jajc, manjše pa šele po razbitju jajca. Krvne pege so rdeči krvavi madeži v rumenjaku, redkeje v beljaku. Na obseg krvnih peg vplivajo: pasma kokoši, pomanjkanje vitamina A in vitamina K v prehrani, plesniva krma, stres itd. Približno 2- 4 % vseh jajc vsebuje krvne pege. Pri nesnicah, ki nesejo jajca z rjavo lupino je pa odstotek še večji, kar 5 %. Mesne pege so madeži različnih barvnih odtenkov od rjave do bele in se pojavljajo predvsem v beljaku (Van Tijen, 1985). Obseg mesnih peg je odvisen od pasme, starosti kokoši in od prehrane. Jajca z belo lupino imajo delež mesnih peg manjši kot 1 %, jajca z rjavo lupino pa okrog 20 % (Holcman in sod., 2004).

V dvosmernem selekcijskem poskusu v katerem sta bili vključeni dve liniji, selekcionirani skozi dvaindvajset generacij na večjo oziroma manjšo telesno maso so imela jajca kokoši iz težje linije večji odstotek krvnih in mesnih peg kot jajca kokoši iz lažje linije. Pri težji liniji je imelo pege več kot vsako drugo jajce (58 % jajc) in pri lažji liniji vsako četrto jajce (25 % jajc) (Goodman in Shealey, 1977). Holcman in Bevc (1992) sta ugotovila v jajcih težke linije 23,45 % in v jajcih iz lažje linije 4,69 % krvnih in mesnih peg.

3.3 VSEBNOST HOLESTEROLA V JAJCIH

Holesterol je v jajcu prisoten le v rumenjaku. Količina holesterola v jajčnem rumenjaku pa je odvisna od vrste perutnine, pasme, proizvodnega tipa živali, prehrane, selekcije, starosti živali in mase jajca (Holcman in sod., 2004). Tako se s starostjo nesnice vsebnost holesterola v jajcu (mg/jajce) povečuje, čeprav koncentracija v rumenjaku pada, kar kaže na dejstvo, da je pridobivanje mase rumenjaka večje, kot je zmanjšanje koncentracije holesterola v rumenjaku (Jiang in Sim, 1991).

Večji kot je rumenjaki, težji je in več holesterola vsebuje jajce (Stadelman, 2003a, cit. po Intihar, 2006). Lažja jajca imajo manjše rumenjake in zato manj holesterola ter hranilnih snovi (Jiang in Sim, 1991). Tako na primer rumenjaki, ki je težek 17 g vsebuje 213 mg holesterola (Stadelman, 2003b, cit. po Intihar, 2006). Idealno jajce z majhno vsebnostjo holesterola bi tako bilo veliko jajce z majhnim rumenjaki oziroma majhnim deležem rumenjaka (Jiang in Sim, 1991).

S selekcijo so poskušali spreminjati vsebnost holesterola v jajcih. Do sedaj se je ta metoda izkazala za pomanjkljivo, saj s selekcijo na manjšo vsebnost holesterola dosegamo nezaželene učinke na valilnost in proizvodnost, zaradi posledično premajhne vsebnosti holesterola v suhi snovi rumenjaka. Za normalen razvoj embria v valilnem jajcu je namreč potrebno najmanj 2,5 % holesterola v suhi snovi rumenjaka (Holcman, 1998).

Jajca težkih pasem kokoši vsebujejo več holesterola kot jajca nesnic. Vsebnost holesterola v jajcih težkih pasem je bila v povprečju 369 mg/jajce in pri nesnicah 251 mg/jajce (Turk in Barnett, 1971, cit. po Intihar, 2006). Do podobnih rezultatov je prišla tudi Intihar (2006),

ki je preučevala kokoši iz enaintridesete generacije dvosmerne selekcije na večjo (D+) oziroma manjšo (D-) telesno maso pri 56. dnevu starosti in ugotovila večjo vsebnost holesterola v rumenjaku pri težji liniji (341,47 mg/jajce) v primerjavi z lažjo linijo (212,37 mg/jajce). Ker pa se vsebnost holesterola lahko izraža na različne načine je primerjava podatkov različnih avtorjev in poskusov zaradi tega težavnejša. Najpogosteje se izraža v mg holesterola/g svežega rumenjaka. Po tem načinu izražanja ima težja linija povprečno 16,05 ter lažja linija 13,73 mg holesterola/g svežega rumenjaka.

3.4 REPRODUKCIJSKE LASTNOSTI PETELINOV

Na reprodukcijske lastnosti petelinov (volumen ejakulata, koncentracija, gibljivost semenčic, odstotek mrtvih in patološko oblikovanih semenčic, pH ejakulata ter odstotek oplojenosti jajc) močno vplivajo genetski dejavniki, vendar pa se le ti lahko popolnoma izrazijo le ob zagotovitvi optimalnih pogojev v okolju, ki vplivajo nanje. Pogoji v okolju so: prehrana, svetloba, temperatura, uhlevitev, koncentracija holesterola v semenu, pogostost odvzema semena in način pridobivanja semena (Holcman in sod., 1993; Fabijan, 1993).

Bolj kot je intenzivna selekcija na telesno maso (večji prirast) živali, slabše reprodukcijske lastnosti imajo petelini, ker vsebujejo večji odstotek mrtvih in patološko oblikovanih semenčic, kar prispeva k slabši kakovosti ejakulata. Zato je seme petelinov selekcioniranih na manjšo telesno maso boljše, tako v kakovostnem in količinskem pogledu (Holcman in sod., 1993).

Ekonomsko so bolj pomembne reprodukcijske lastnosti petelinov kot kokoši, saj petelini oplodijo veliko število jajc. Vendar pa je oploditvena sposobnost petelina odvisna od naravnega ali od umetnega oplojevanja, od kakovosti semena in od koncentracije semenčic (Wilson in sod., 1979).

Videz ejakulata predstavlja prvo oceno njegove kakovosti. Bolj kot je seme bele barve, bolj je kakovostno in večja kot je prisotnost blata, uratov, krvi in drugih primesi v semenu, slabše kakovosti je in zato se tako seme zavrže (Lake, 1983, cit. po Fabijan, 1993).

3.4.1 Volumen ejakulata

S starostjo petelinov se večja proizvodna zmogljivost semena, saj s starostjo narašča masa mod in s tem večji volumen ejakulatov. Volumen ejakulatov pri petelinih narašča do 30-35 tedna starosti (Wilson in sod., 1979; Reviers, 1982, cit. po Fabijan, 1993).

Volumen ejakulata ne vpliva na oplojenost jajc (Wilson in sod., 1979). Volumen ejakulata se pri petelinih giblje med 0,31 in 0,96 ml. Pri lahkem tipu petelinov od 0,25 do 1,00 ml ter pri težkem tipu od 0,50 do 1,25 ml (Lohle, 1984, cit. po Fabijan, 1993). Precej manjše vrednosti so v poskusu dobili Holcman in sod. (1993) ter Terčič in sod. (1994), ki so proučevali vpliv dvosmerne selekcije na maso piščancev pri 56. dnevu starosti na *in vitro* ter *in vivo* lastnosti petelinjega semena. V poskusu so bili opazovani petelini iz petnajste in šestnajste generacije dvosmerne selekcije, kjer so odbirali na večjo (D+) in na manjšo (D-) maso živali in prišli do ugotovitev, da je povprečen volumen ejakulata pri petelinih iz petnajste generacije pri lažji liniji 0,27 ml in 0,23 ml pri težji liniji. V šestnajsti generaciji je bil povprečen volumen ejakulata pri težki liniji 0,27 ml in pri lažji liniji 0,33 ml. Ugotovili so še, da se je s povečano telesno maso petelina za vsakih 1000 g povečal volumen ejakulata za 0,089 ml v petnajsti generaciji in zmanjšal za 0,047 ml v šestnajsti generaciji.

3.4.2 Koncentracija semenčic

Večji kot je volumen ejakulata, večja je koncentracija semenčic v njem. Ejakulati vsebujejo v povprečju $3,5 \times 10^9$ semenčic/ml. Koncentracija semenčic je odvisna od deleža prozorne tekočine. Zadostna koncentracija semenčic v ejakulatu je okrog $1,6 \times 10^9$ /ml, če kokoši osemenjemo z 0,05 ml svežega, nerazredčenega semena. Ob upoštevanju še odstotkov mrtvih in patološko oblikovanih semenčic je potem zadostna koncentracija semenčic okoli 2×10^9 /ml za optimalno oplojenost (Lake, 1983, cit. po Fabijan, 1993).

Holcman in sod. (1993) ter Terčič in sod. (1994) so opravili poskus, v katerem sta bili vključeni dve liniji, selekcionirani skozi petnajst in šestnajst generacij na večjo oziroma manjšo telesno maso pri starosti 56. dni. Proučevali so vpliv dvosmerne selekcije na

telesno maso piščancev na *in vitro* ter *in vivo* lastnosti petelinjega semena. Povprečna koncentracija semenčic pri petelinih iz petnajste generacije je bila pri težji liniji (D+) $1,69 \times 10^9$ /ml ter $1,81 \times 10^9$ /ml pri lažji liniji (D-), v šestnajsti generaciji pa so ugotovili večjo koncentracijo semenčic pri petelinih obeh selekcioniranih linij (pri petelinih iz težke linije $3,49 \times 10^9$ /ml in pri petelinih iz lahke linije $3,61 \times 10^9$ /ml). Ugotovili so še, da se je s povečano telesno maso petelina za vsakih 1000 g povečala koncentracija semenčic za $0,736 \times 10^9$ /ml v petnajsti generaciji in $0,245 \times 10^9$ /ml v šestnajsti generaciji.

3.4.3 Odstotek mrtvih in patološko oblikovanih semenčic

Večja kot je koncentracija semenčic v ejakulatu, večje je njihovo odmiranje (Wilson in sod., 1979) in večji kot je odstotek mrtvih in patološko oblikovanih semenčic, slabša je oplojenost jajc in obratno, manjši, kot je odstotek mrtvih in patološko oblikovanih semenčic, boljša je oplojenost jajc. Patološko oblikovane semenčice so tiste semenčice, ki imajo zavito glavo, nepravilni zvezni del, upognjene semenčice v zveznem delu in nedokončano glavo (Edens in sod., 1973).

V ejakulatu petelinov je od 5 do 10 % patološko oblikovanih semenčic (Miljkovič, 1979, cit. po Fabijan, 1993) oziroma 3,68 do 21,7 % patološko oblikovanih semenčic in 1,25 do 25,2 % mrtvih semenčic kot navajajo Edens in sod. (1973).

Holcman in sod. (1993) ter Terčič in sod. (1994) so proučevali vpliv dvosmerne selekcije na telesno maso piščancev pri 56. dnevu starosti na *in vitro* ter *in vivo* lastnosti petelinjega semena. V petnajsti generaciji so ugotovili povprečni odstotek patološko oblikovanih semenčic pri težji liniji 11,57 %, mrtvih 8,14 % in pri lažji liniji 12,25 % patološko oblikovanih semenčic in 8,25 % mrtvih semenčic. Rezultati šestnajste generacije so popolnoma drugačni od rezultatov iz petnajste generacije, saj imajo petelini iz težje linije večji odstotek patološko oblikovanih semenčic (1,72 %) in mrtvih semenčic (14,17 %) kot petelini iz lažje linije, ki imajo 1,52 % patološko oblikovanih semenčic ter 7,76 % mrtvih semenčic. Ugotovili so še, da se s povečano telesno maso petelina za vsakih 1000 g poveča odstotek mrtvih semenčic za 3,895 % v petnajsti generaciji in zmanjša za 7,667 % v

šestnajsti generaciji. Odstotek patološko oblikovanih semenčic se je pa povečal za 2,54 % pri petnajsti generaciji in 0,137 % pri šestnajsti generaciji.

Edens in sod. (1973), ki so enajst generacij selekcionirali kokoši pasme bela plimutka na večjo in manjšo telesno maso, so ugotovili, da imajo v enajsti generaciji petelini iz težje linije povprečno več mrtvih semenčic v ejakulatu (21,8 %) kot petelini iz lažje linije (10,1 %).

3.4.4 pH semena

S pH vrednostjo semena ocenjujemo kakovost semena. Normalno petelinje seme ima pH vrednost od 7,04 do 7,27 (Ivoš in Kralj, 1966, cit. po Fabijan, 1993). V poskusu, ki so ga izvedli Holcman in sod. (1993) ter Terčič in sod. (1994) so ugotovili, da je bila v petnajsti generaciji pri lažji liniji pH vrednost semena 7,32 in pri težji liniji 7,23. Nekoliko večje vrednosti so dobili v šestnajsti generaciji, pri težji liniji je bila pH vrednost 7,45 in pri lažji liniji 7,75. Omenjene pH vrednosti semena nimajo vpliva na oploditveno sposobnost. Pri pH vrednostih pod 6,5 in nad 8 pa je negativni vpliv na oploditveno sposobnost in gibljivost semenčic (Lake, 1971, cit. po Fabijan, 1993). Holcman in sod. (1993) ter Terčič in sod. (1994) so ugotovili, da se je s povečano telesno maso petelina za vsakih 1000 g povečala pH vrednost semena za 0,143 v petnajsti generaciji in 0,167 v šestnajsti generaciji.

3.4.5 Gibljivost semenčic

Tudi od gibljivosti semenčic je odvisna kakovost semena in oplojenost jajc. Večja kot je gibljivost semenčic manjši je delež mrtvih semenčic (Wilson in sod., 1979).

Gibljivost semenčic se lahko ocenjuje z vrednostmi od 1 do 6, kjer 6 pomeni gibanje in vrtinčenje semenčic, ena pa nobene (Wilson in sod., 1979). Holcman in sod. (1993) ter Terčič in sod. (1994) so v petnajsti generaciji dvosmerne selekcije na telesno maso piščancev ugotovili večjo gibljivost semenčic pri petelinih iz lažje linije (4,75) kot pri petelinih iz težje linije (4,0). Slabšo gibljivost semenčic so imeli petelini iz šestnajste generacije v primerjavi s petelini iz petnajste generacije in sicer pri lažji liniji 2,78 in pri

težji liniji 2,83. Ugotovili so, da se je s povečano telesno maso petelina za vsakih 1000 g povečala gibljivost semenčic za 1,230 v petnajsti generaciji in 0,169 v šestnajsti generaciji.

3.4.6 Oplojenost jajc

Kakovost semenčic lahko ocenimo tudi glede na njihovo oploditveno sposobnost. Znano je, da dvosmerna selekcija na telesno maso piščancev povzroči padec oplojenosti v težji liniji (Maloney in sod., 1967), kar pomeni, da je seme petelinov iz težje linije na splošno slabše kakovosti kot seme petelinov iz lažje linije. Iz tega sledi, da imajo petelini iz težje linije več mrtvih, nenormalnih in manj gibljivih spermijev in zato imajo slabši odstotek oplojenosti jajc kot petelini iz lažje linije (Edens in sod., 1973).

Petelini, ki so bili enajst generacij selekcionirani na večjo in manjšo telesno maso imajo odstotek normalnih semenčic v ejakulatu pri težji liniji 60,4 % in pri lažji liniji 79,7 %, odstotek mrtvih semenčic pri težji liniji 21,8 % in pri lažji liniji 10,1 % ter odstotek nenormalnih semenčic 12,8 % pri težji liniji in 10,2 % pri lažji liniji (Edens in sod., 1973).

V poskusu, ki ga navajajo Holcman in sod. (1993) ter Terčič in sod. (1994) je bil v petnajsti generaciji odstotek oplojenosti jajc v povprečju pri težji liniji 80,15 % in pri lažji liniji 86,19 %, v šestnajsti generaciji pa je bil nekoliko večji odstotek oplojenosti jajc pri težji liniji (75,95 %) kot pri lažji liniji (75,35 %). Maloney in sod. (1967), ki so selekcionirali petnajst generacij na večjo in manjšo telesno maso pri starosti dvanajst tednov, so ugotovili v povprečju večjo oplojenost jajc pri težji liniji (83,3 %) kot pri lažji liniji (82,84 %). V istem poskusu pa je bila v prvih desetih generacijah v povprečju večja oplojenost jajc pri lažji liniji (86,21 %) kot pri težji liniji (84,4 %).

3.5 FIZIOLOŠKO ANATOMSKE ZNAČILNOSTI

3.5.1 Življenjsko pomembni telesni organi

Katanbaf in sod. (1988) so ugotavljali vpliv dvosmerne selekcije piščancev pasme bele plimutke skozi sedemindvajset generacij na telesno maso pri starosti šestinpetdeset dni. Ugotovili so, da se je skupna masa srca, pljuč, črevesja, mišičnega želodca in jeter pri

piščancih obeh selekcioniranih linij in pri obeh spolih znotraj linij s starostjo povečevala ter različno spreminjala v primerjavi s telesno maso živih piščancev. Pri dan starih piščancih iz težje linije je bil delež skupne mase srca, pljuč, črevesja, mišičnega želodca in jeter v primerjavi s telesno maso živih piščancev 19 % (6,65 g) ter pri piščancih iz lažje linije 16 % (3,2 g). Nato se je delež omenjenih telesnih organov v razmerju s telesno maso živih piščancev s starostjo povečeval in občasno zmanjševal, zadnji dan poskusa so imeli večji delež piščanci iz lažje linije (18,5 % = 31,45 g) kot piščanci iz težje linije (12 % = 157,2 g).

3.5.2 Ekonomsko pomembni telesni deli

V poskusu, ki ga navajajo Katanbaf in sod. (1988) so imeli piščanci iz težje linije večji delež posameznih telesnih delov od telesne mase živih piščancev, ki so z ekonomskega vidika zaželeni (prsna, bedro in peruti) in nezaželeni (perje in trebušna maščoba) kot piščanci iz lažje linije. Pri težji liniji je bil skupni delež omenjenih telesnih delov pri dan starih piščancih 22 % (7,04 g), pri 10 dni starih 30 % (27 g), 20 dni starih 37 % (88,8 g), 30 dni starih 42,5 % (191,25 g), 40 dni starih 46 % (386,4 g), 50 dni starih 49 % (568,4 g) in pri 56 dni starih 50 % (655 g). Pri piščancih iz lažje linije pa je bil skupni delež pri dan starih 22 % (4,4 g), 10. dan 26 % (6,76 g), 20. dan 32 % (16 g), 30. dan 35 % (28 g), 40. dan 36 % (36 g), 50. dan 41 % (61,5 g), 56. dan 44 % (74,8 g).

Skozi celoten poskus do 56. dne so piščanci iz težje linije imeli večji delež prs kot piščanci iz lažje linije (preglednica 14). Tako pri piščancih iz težje linije kot pri piščancih iz lažje linije se je delež prs od 1. dne (pri težji liniji 2,71 % = 0,95 g, pri lažji liniji 2,97 % = 0,59 g) do 14. dne starosti hitro povečeval. Od 14. dne starosti naprej pa je pri piščancih iz težje linije ostal približno enak do 56. dne starosti (13,5 % = 176,85 g), pri piščancih iz lažje linije pa se je od 14. dne starosti začel zmanjševati delež prs do 32. dne ter se od tu naprej postopoma povečeval do 56. dne, ko so v povprečju dosegli 8,14 % (13,84 g) (Katanbaf in sod., 1988).

Skoraj skozi celoten poskus do 56. dne so piščanci iz težje linije imeli manjši delež beder kot piščanci iz lažje linije (preglednica 14). Tako so imeli piščanci iz težje linije delež beder v prvem dnevu 13,66 % (4,78 g) in pri lažji liniji 14,95 % (82,99 g). Pri starosti 56.

dni so imeli piščanci iz težje linije 13,5 % (235,8 g) ter piščanci iz lažje linije 14,74 % (25,06 g) delež beder od telesne mase živih piščancev (Katanbaf in sod., 1988).

S starostjo piščancev se je povečeval tudi delež peruti (preglednica 14). Dan stari piščanci iz težje linije so imeli za 0,4 % manjši in 56. dni stari za 0,71 % večji delež peruti od telesne mase živih piščancev v primerjavi s piščanci iz lažje linije. Pri dan starih piščancih iz težje linije je bil delež peruti 2,4 % (0,84 g) in pri lažji liniji 2,8 % (0,98 g) ter pri 56. dni starih piščancih iz težje linije 7,75 % (101,52 g) in iz lažje linije 7,04 % (11,97 g) (Katanbaf in sod., 1988).

S starostjo piščancev se je povečeval delež perja (preglednica 14) in trebušne maščobe ne glede na spol in selekcionirano linijo. Dan stari piščanci iz težje linije so imeli za 0,35 % in 56. dni stari za 2,55 % manjši delež perja v razmerju s telesno maso živih piščancev v primerjavi s piščanci iz lažje linije. Dan stari piščanci iz težje linije so imeli 1,2 % (0,42 g) in iz lažje linije 1,55 % (0,31 g) ter 56. dni stari piščanci iz težje linije 11,75 % (154 g) in iz lažje linije 14,3 % (24,31 g) delež perja. Do drugačnih ugotovitev so prišli, ko so ugotavljali delež trebušne maščobe v razmerju s telesno maso živih piščancev, saj so imeli večji delež trebušne maščobe piščanci iz težje linije kot piščanci iz lažje linije. Piščancem obeh linij se je začela trebušna maščoba nalagati šele po desetem dnevu starosti, nato se je s starostjo piščancev postopoma povečevala in na koncu poskusa so imeli piščanci iz težje linije 1,5 % (19,65 g) in piščanci iz lažje linije 0,5 % (0,84 g) trebušne maščobe. Veliko večje razlike v deležu trebušne maščobe je v poskusu ugotovil Mužic (1990), ki je preučeval sedem tednov stare piščance, ki so bili selekcionirani skozi deset generacij na večjo (D+) oziroma manjšo (D-) telesno maso pri 56. dnevu starosti. Piščanci iz težje linije so imeli delež trebušne maščobe 2,46 % (48,11 g) ter piščanci iz lažje linije 1,78 % (20,23 g) v razmerju s telesno maso živih piščancev.

Preglednica 4: Povprečni delež posameznih telesnih delov (%) glede na telesno maso živih piščancev, ločeno po liniji in starosti (Katanbaf in sod., 1988: 11-19)

| Telesni deli: | Težka linija | | Lahka linija | |
|---------------|--------------------|-----------------------|--------------------|-----------------------|
| | Dan stari piščanci | 56 dni stari piščanci | Dan stari piščanci | 56 dni stari piščanci |
| prsa | 2,71 | 13,5 | 2,97 | 8,14 |
| bedra | 13,66 | 13,5 | 14,95 | 14,74 |
| peruti | 2,4 | 7,75 | 2,8 | 7,04 |
| perje | 1,2 | 11,75 | 1,55 | 14,3 |

3.5.3 Prebavni organi

Velikost prebavnih organov se izraža v masi ali dolžini posameznega prebavnega organa oziroma kot delež telesne mase živih piščancev (Mužic, 1990).

Mužic (1990) je preučeval 49 dni stare petelinčke dveh linij, ki so bili deset generacij selekcionirani na večjo (D+) oziroma manjšo (D-) telesno maso. Ugotovil je razlike v masi in dolžini prebavnih organov petelinčkov obeh selekcioniranih linij, zaradi velikih razlik v telesni masi petelinčkov. V deseti generaciji je bila povprečna masa žleznega želodca pri petelinčkih iz težje linije 5,94 g ter pri petelinčkih iz lažje linije 3,92 g. V primerjavi s telesno maso živih petelinčkov je bil manjši delež žleznega želodca pri petelinčkih iz težje linije (0,30 %) kot pri petelinčkih iz lažje linije (0,35 %).

Petelinčki iz linije D(+) so imeli skoraj še enkrat večjo maso mišičnega želodca kot petelinčki iz linije D(-) pri starosti sedem tednov. Povprečna masa mišičnega želodca je bila pri liniji D(+) 26,57 g in pri liniji D(-) 16,52 g. Petelinčki iz lažje linije so imeli večji delež mišičnega želodca v razmerju s telesno maso živih petelinčkov (1,48 %) kot petelinčki iz težje linije (1,37 %) (Mužic, 1990).

Petelinčki iz težje linije so imeli za 36,27 cm daljše tanko črevo v primerjavi s petelinčki iz lažje linije (D+: 148,9 cm, D-: 112,63 cm), ampak daljše tanko črevo so imeli petelinčki iz lažje linije kot petelinčki iz težje linije v razmerju s telesno maso živih petelinčkov (D+: 7,71 %, D-: 10,14 %) (Mužic, 1990). Katanbaf in sod. (1988) so ugotovili, da se je s

starostjo piščancev povečevala dolžina tankega črevesa ne glede na spol in selekcionirano linijo. Dan stari piščanci iz težje linije so imeli za 152,5 mm in 56. dni stari za 825 mm daljše tanko črevo kot piščanci iz lažje linije. Dan stari piščanci iz težje linije so imeli dolžino tankega črevesa 340 mm, pri starosti 56. dni pa 1525 mm. Piščanci iz lažje linije so imeli dolžino tankega črevesa pri prvem dnevu starosti 187,5 mm in pri 56. dnevu starosti 700 mm.

Mužic (1990) je ugotovil, da je bila povprečna masa jeter pri petelinčkih lažje linije 19,92 g, pri petelinčkih težje linije pa 37,89 g. Povprečna masa jeter, izražena kot delež telesne mase živih petelinčkov, je bila pri petelinčkih iz težje linije 1,96 % ter pri petelinčkih iz lažje linije 1,79 %.

Katanbaf in sod. (1988) navajajo, da so v povprečju imeli dan stari piščanci iz lažje linije daljši (56 mm) požiralnik kot piščanci iz težje linije (50 mm). Do drugačnih rezultatov so prišli pri 56. dni starih piščancih, saj so imeli za 46,16 % daljši požiralnik piščanci iz težje linije (162,5 mm) kot piščanci iz lažje linije (87,5 mm).

3.6 PREBAVNE IN METABOLIČNE ZNAČILNOSTI

Hranilne snovi iz krme so v živalskem svetu podvržene intenzivnim procesom prebave in presnove, saj so v prehrani živali mnoge hranilne snovi za življenje nujno potrebne (če zaužita krma ne vsebuje le ene od esencialnih hranilnih snovi, življenje ni mogoče) (Zorko-Braun, 1979).

3.6.1 Prebavljivost krme

Prebavljivost krme je izražena kot približna prebavljivost glavnih hranilnih snovi v krmi kot so surove beljakovine, surove maščobe, surove vlaknine, neto energija snovi, organska in suha snov (Mužic, 1990).

Mužic (1990) je v deseti generaciji petelinčkov (preglednica 5) pri starosti sedem tednov ugotovil, da so imeli v povprečju boljšo prebavljivost surovih beljakovin, surovih maščob,

surovih vlaknin, neto energije snovi, organske snovi in suhe snovi piščanci iz težje linije (D+) v primerjavi s piščanci iz lažje linije (D-).

Preglednica 5: Povprečna prebavljivost pri petelinčkih D+ in D- (Mužic,1990: 83-86)

| Prebavljivost: | Linija D+ | Linija D- |
|---------------------|-----------|-----------|
| surovih beljakovin | 82,99 % | 82,85 % |
| surovih maščob | 93,08 % | 91,34 % |
| surovih vlaknin | 5,84 % | 3,27 % |
| neto energije snovi | 88,18 % | 86,64 % |
| organske snovi | 76,22 % | 75,68 % |
| suhe snovi | 73,50 % | 72,79 % |

3.6.2 Presnova krme

Mužic (1990) je preučeval 49 dni stare piščance dveh linij, ki so bili deset generacij selekcionirani na večjo (D+) oziroma manjšo (D-) telesno maso. Ugotovil je, da so imeli večjo skupno količino beljakovin, holesterola in trigliceridov ter manjšo skupno količino maščob v krvni plazmi piščanci iz težje linije v primerjavi s piščanci iz lažje linije. Piščanci iz težje linije so imeli skupno količino beljakovin v krvni plazmi 38,86 g/l in piščanci iz lažje linije 34,57 g/l. Precej manjšo skupno količino maščob so imeli piščanci obeh linij v primerjavi s skupno količino beljakovin v krvni plazmi (pri težji liniji 8,44 g/l in pri lažji liniji 8,75 g/l). Skupna količina holesterola v krvni plazmi je bila pri težji liniji 3,74 mm/l in pri lažji liniji 2,81 mm/l ter vsebnost trigliceridov v krvni plazmi pri težji liniji 1,65 mm/l in pri lažji liniji 1,52 mm/l.

3.6.3 Izkoriščanje krme

Holcman (1992) je v štirinajsti generaciji dvosmerne selekcije na večjo (D+) oziroma manjšo (D-) telesno maso pri 56. dnevu starosti ugotovila večjo porabo krme piščancev težke linije v primerjavi s piščanci iz lažje linije. V obdobju od 1. do 63. dne starosti so piščanci težke linije zaužili povprečno 89 g krme/dan in piščanci iz lažje linije 45 g krme/dan (skoraj 100 % večja poraba krme po piščancu iz težke linije od porabe krme po piščancu iz lažje linije). Čeprav so piščanci lahke linije porabili manj krme kot piščanci

težke linije, pa so porabili več krme na kilogram telesne mase (težka linija 2 kg, lažja linija 2,57 kg). Unetič (2001) pa je v petindvajseti generaciji istih linij prav tako ugotovila, da so več krme na dan zaužili piščanci iz težje linije (petelinčki 162,2 g/dan, jarčke 144,6 g/dan) kot piščanci iz lažje linije (petelinčki 70,8 g/dan, jarčke 56,4 g/dan) v obdobju od 42. do 58. dne starosti. Vendar so piščanci iz lažje linije zaužili več krme na kilogram telesne mase v primerjavi s težjo linijo, kar pomeni, da so slabše izkoriščali krmo. Piščanci iz težje linije so naložili več dušika dnevno kot piščanci iz lažje linije in petelinčki so naložili več dušika v primerjavi z jarkicami ne glede na linijo, nalaganje dušika pa se je zmanjševalo s starostjo piščancev. Piščanci iz težje linije so naložili manj beljakovin na kilogram telesne mase kot piščanci iz lažje linije in petelinčki so naložili manj beljakovin kot jarčke, ne glede na linijo. S starostjo piščancev ne glede na spol ali selekcionirano linijo se je postopno zmanjševalo nalaganje beljakovin.

3.7 KLAVNE LASTNOSTI

Z gospodarskega vidika so zanimive naslednje klavne lastnosti: masa trebušne maščobe, masa mišičnine prsi, masa beder in masa očiščenih klavnih trupov (Ozmec, 2003).

V pogledu klavnih lastnosti naj bi se sodobni pitovni piščanci odlikovali po velikem klavnem izplenu in majhni zamaščenosti. V prihodnosti bo potrebno posvetiti večjo pozornost kakovosti klavnega trupa, če se hočemo čimbolj približati željam kupcev (Mozetič, 2006).

3.7.1 Klavnost

Odstotek klavnosti je izražen kot masa ohlajenega klavnega trupa od telesne mase živega piščanca. Ta podatek nam pove koliko smo izgubili na masi zaradi odstranitve perja, krvi in drobovine (Chambers, 1990).

V poskusu, ki ga je izvedla Unetič (2001) so bili vključeni piščanci dveh linij (D+ in D-) iz 25. generacije dvosmerne selekcije na telesno maso pri 56. dnevu starosti. Ugotovila je, da imajo boljšo klavnost pri pripravi trupa za raženj piščanci iz težje linije v primerjavi s piščanci iz lažje linije ter, da je pri piščancih obeh linij izrazit trend povečevanja odstotka klavnosti z naraščanjem starosti (preglednica 6).

Preglednica 6: Povprečna klavnost (%) pri piščancih D+ in D- različne starosti ločenih po spolu (Unetič, 2001: 42)

| Starost (dni) | Linija D+ | | Linija D- | |
|------------------|------------|--------|------------|--------|
| | Petelinčki | Jarčke | Petelinčki | Jarčke |
| 42 | 78,06 | 75,45 | 72,82 | 71,91 |
| 46 | 77,54 | 78,15 | 75,06 | 74,00 |
| 50 | 78,07 | 78,51 | 76,81 | 72,93 |
| 54 | 79,00 | 79,61 | 75,62 | 74,35 |
| 58 | 80,20 | 79,27 | 76,09 | 75,47 |

Holcman in sod. (1995), ki so preučevali piščance iz sedemnajste generacije dvosmerne selekcije na večjo (D+) oziroma manjšo (D-) telesno maso starosti so ugotovili, da imajo pri 47. dnevu starosti boljši odstotek klavnosti pri pripravi trupa za raženj jarčke kot petelinčki pri obeh selekcioniranih linijah. Pri težji liniji (D+) je bil odstotek klavnosti pri petelinčkih 86,98 % in pri jarčkah 88,87 %, pri lažji liniji pri petelinčkih 84,85 % in pri jarčkah 85,03 %.

Mužic (1990), ki je imel v poskusu vključene petelinčke D(+) in D(-) iz desete generacije dvosmerne selekcije je ugotovil, da je boljša klavnost pri sedem tednov starih petelinčkih iz težje linije (66,99 %) kot pri petelinčkih iz lažje linije (64,72 %).

3.7.2. Delež prsne mišičnine

Z ekonomskega vidika je prsna mišičnina najpomembnejši del klavnega trupa. Prsna mišičnina je izražena kot izplen mesa s prsi (masa prsne mišičnine v razmerju do mase žive živali pred zakolom) (Mozetič, 2006).

Unetič (2001) je imela v poskusu vključene piščance dveh linij (D+ in D-) iz 25. generacije dvosmerne selekcije na telesno maso pri 56. dnevu starosti. Ugotovila je, da je delež prsne mišičnine odvisen od genotipa (linije), starosti in spola (preglednica 7).

Preglednica 7: Povprečni delež prsne mišičnine (%) pri piščancih D+ in D- različne starosti ločenih po spolu (Unetič, 2001: 49-50)

| Starost (dni) | Linija D+ | | Linija D- | |
|------------------|------------|--------|------------|--------|
| | Petelinčki | Jarčke | Petelinčki | Jarčke |
| 42 | 8,81 | 8,76 | 7,42 | 7,96 |
| 46 | 8,76 | 9,31 | 8,3 | 8,1 |
| 50 | 9,27 | 9,21 | 8,23 | 8,05 |
| 54 | 9,96 | 9,62 | 7,82 | 8,05 |
| 58 | 8,94 | 9,31 | 8,53 | 8,32 |

Dunnington in Siegel (1995) sta imela v poskusu vključene petelinčke pasme bela plimutka, ki so bili triintrideset generacij selekcionirani na večjo in manjšo telesno maso pri starosti osem tednov. Ugotovila sta, da se je pri petelinčkih obeh linij povečeval delež prsne mišičnine s starostjo (preglednica 8). V petindvajseti generaciji so imeli petelinčki obeh linij pri starosti 56. dni največji delež prsne mišičnine (16,7 % v težji liniji in 16,5 % v lažji liniji) (Dunnington in Siegel, 1987).

Preglednica 8: Povprečni delež prsne mišičnine (%) pri piščancih različne starosti ločenih po liniji (Dunnington in Siegel, 1995: 761-770)

| Starost (dni) | Petelinčki | |
|------------------|--------------|--------------|
| | Težka linija | Lahka linija |
| 10 | 9,7 | 5,8 |
| 20 | 12,0 | 9,0 |
| 30 | 12,9 | 9,8 |
| 40 | 13,8 | 10,3 |
| 42 | 13,9 | 10,5 |
| 56 | 16,7 | 16,5 |

Barbato in sod. (1984), ki so imeli v poskusu dvaindvajseto generacijo piščancev selekcioniranih na večjo in manjšo telesno maso pri starosti osmih tednov so ugotovili, da imajo piščanci iz težje linije pri starosti 21 dni delež prsne mišičnine 7,03 % tako pri omejenem kot pri neomejenem krmljenju. Piščanci iz lažje linije pa imajo pri starosti 21 dni delež prsne mišičnine 12,36 % pri omejenem krmljenju in 7,3 % pri neomejenem krmljenju.

3.7.3 Delež beder

Unetič (2001) je v 25. generaciji dvosmerne selekcije ugotovila, da imajo v povprečju večji delež beder piščanci iz lažje linije kot piščanci iz težje linije ter, da imajo jarčke manjši delež beder v primerjavi s petelinčki znotraj obeh linij (preglednica 9).

Preglednica 9: Povprečni delež beder (%) pri piščancih D+ in D- različne starosti ločenih po spolu (Unetič, 2001: 52)

| Starost (dni) | Linija D+ | | Linija D- | |
|------------------|------------|--------|------------|--------|
| | Petelinčki | Jarčke | Petelinčki | Jarčke |
| 42 | 13,13 | 12,57 | 13,55 | 12,88 |
| 46 | 13,43 | 12,64 | 13,79 | 12,89 |
| 50 | 13,13 | 12,24 | 13,48 | 13,60 |
| 54 | 12,87 | 12,02 | 13,85 | 13,43 |
| 58 | 13,19 | 12,55 | 14,23 | 13,78 |

3.7.4 Delež podkožne maščobe

Unetič (2001) je pri piščancih iz 25. generacije dvosmerne selekcije na telesno maso pri 56. dnevu starosti ugotovila, da so imeli večji delež podkožne maščobe piščanci iz težje linije v primerjavi s piščanci iz lažje linije ter, da je bil izrazit trend povečevanja podkožne maščobe s starostjo piščancev pri obeh linijah in obeh spolih (preglednica 10).

Preglednica 10: Povprečni delež podkožne maščobe (%) pri petelinčkih in jarčkih linij D+ in D- pri različnih starostih (Unetič, 2001: 45)

| Starost (dni) | Linija D+ | | Linija D- | |
|------------------|------------|--------|------------|--------|
| | Petelinčki | Jarčke | Petelinčki | Jarčke |
| 42 | 4,64 | 5,9 | 3,49 | 4,42 |
| 46 | 5,93 | 5,21 | 4,32 | 5,25 |
| 50 | 6,8 | 9,07 | 6,32 | 5,39 |
| 54 | 5,77 | 9,74 | 5,71 | 5,63 |
| 58 | 8,22 | 10,37 | 6,19 | 6,07 |

3.7.5 Delež trebušne maščobe

Za odlično kakovost klavnih trupov in ekonomično prirajo perutninskega mesa je preobilna zaloga trebušne maščobe pri pitovnih piščancih nezaželena. Predstavlja izgubo, ki zmanjšuje klavnost in izkoristek krme ter povečuje težave pri predelavi (Vaukan, 1996).

Plasti maščobnega tkiva v trebušni votlini so užitni deli zaklane perutnine, vendar se ne štejejo za meso (Pravilnik, 2001).

Prekomerna zamaščenost pitovnih piščancev je velik problem s katerim se soočajo ljudje, ki se ukvarjajo s selekcijo, zato ker je zelo težko zmanjšati delež maščobe v telesni masi pitovnih piščancev, ne da bi vplivali na njihovo rastnost. Odstotek trebušne maščobe predstavlja kar 20 do 30 % telesne maščobe pitovnih piščancev (Mužic, 1990).

Holcman in sod. (1995), ki so preučevali piščance iz sedemnajste generacije dvosmerne selekcije na večjo (D+) oziroma manjšo (D-) telesno maso pri 56. dnevu starosti so ugotovili, da imajo pri starosti 47. dni petelinčki in jarčke iz težje linije večji odstotek trebušne maščobe kot petelinčki in jarčke iz lažje linije. Petelinčki iz težje linije so imeli povprečno 3,56 % in jarčke 4,14 % trebušne maščobe, petelinčki iz lažje linije pa so imeli 1,69 % in jarčke 1,63 % trebušne maščobe glede na telesno maso živih piščancev.

Unetič (2001) je v 25. generaciji dvosmerne selekcije na telesno maso pri 56. dnevu starosti ugotovila, da so imeli večji delež trebušne maščobe piščanci iz težje linije kot piščanci iz lažje linije ter, da so imele večji delež trebušne maščobe jarčke kot petelinčki v obeh linijah (preglednica 11).

Preglednica 11: Povprečni delež trebušne maščobe (%) pri petelinčkih in jarčkih linij D+ in D- pri različnih starostih (Unetič, 2001: 47)

| Starost (dni) | Linija D+ | | Linija D- | |
|------------------|------------|--------|------------|--------|
| | Petelinčki | Jarčke | Petelinčki | Jarčke |
| 42 | 3,21 | 4,89 | 0,98 | 1,67 |
| 46 | 3,88 | 5,02 | 0,99 | 1,85 |
| 50 | 3,13 | 6,37 | 1,61 | 1,84 |
| 54 | 4,11 | 5,52 | 1,68 | 2,4 |
| 58 | 4,61 | 6,09 | 2,0 | 2,28 |

Mužic (1990) je v deseti generaciji dvosmerne selekcije na telesno maso ugotovil, da imajo pri sedmih tednih starosti večji delež trebušne maščobe piščanci iz težje linije (2,46 %) kot piščanci iz lažje linije (1,78 %), glede na telesno maso živih piščancev in tudi večji delež trebušne maščobe glede na telesno maso očiščenega trupa (D(+): 2,76 % in (D-): 3,67 %).

Calabotta in sod. (1985) so imeli v poskusu vključene piščance iz štiriindvajsete generacije dvosmerne selekcije na večjo oziroma manjšo telesno maso pri starosti osemindvajset dni. Ugotovili so, da je delež trebušne maščobe večji pri piščancih iz težje linije (0,88 %) kot pri piščancih iz lažje linije (0,78%).

Katanbaf in sod. (1988) so ugotavljali vpliv dvosmerne selekcije piščancev pasme bele plimutke skozi sedemindvajset generacij na telesno maso piščancev pri starosti šestinpetdeset dni. Ugotovili so, da se je s starostjo piščancev povečeval delež trebušne maščobe, ne glede na spol in linijo. Piščancem obeh linij se je začela trebušna maščoba nalagati šele po desetem dnevu starosti, nato se je s starostjo piščancev postopoma povečevala in pri 56. dnevu starosti so imeli piščanci iz težje linije 1,5 % (19,65 g) in piščanci iz lažje linije 0,5 % (0,84 g) trebušne maščobe.

Zelenka in sod. (1987) so preučevali vpliv dvosmerne selekcije na telesno maso pri piščancih pasme bela plimutka skozi petindvajset generacij pri starosti 56. dni in ugotovili, da imajo piščanci iz težje linije delež trebušne maščobe 2,4 % in iz lažje linije 2,1 %.

3.7.6 Delež telesne maščobe

Na podlagi poskusa v katerem so preučevali piščance iz 25. generacije dvosmerne selekcije na telesno maso pri 56. dnevu starosti je Unetič (2001) prišla do ugotovitve, da so imeli večji delež telesne maščobe piščanci iz težje linije v primerjavi s piščanci iz lažje linije ter, da so imele jarčke večji delež telesne maščobe kot petelinčki znotraj linij. Izrazit je bil trend povečevanja telesne maščobe s starostjo piščancev pri obeh linijah in obeh spolih (preglednica 12).

Preglednica 12: Povprečni delež telesne maščobe (%) pri petelinčkih in jarčkih linij D+ in D- pri različnih starostih (Unetič, 2001: 48)

| Starost (dni) | Linija D+ | | Linija D- | |
|------------------|------------|--------|------------|--------|
| | Petelinčki | Jarčke | Petelinčki | Jarčke |
| 42 | 7,85 | 10,8 | 4,48 | 6,29 |
| 46 | 9,82 | 10,23 | 5,31 | 7,10 |
| 50 | 9,93 | 15,46 | 7,92 | 7,23 |
| 54 | 9,88 | 15,27 | 7,4 | 8,03 |
| 58 | 12,84 | 16,46 | 8,2 | 8,35 |

Barbato in sod. (1984), ki so preučevali dvaindvajseto generacijo piščancev selekcioniranih na večjo in manjšo telesno maso pri starosti osmih tednov, so ugotovili, da imajo piščanci selekcionirani na večjo telesno maso pri starosti 21. dni delež telesne maščobe 8,12 % pri omejenem krmljenju in 9,04 % pri neomejenem krmljenju. Piščanci selekcionirani na manjšo telesno maso pa imajo pri starosti 21. dni delež telesne maščobe pri omejenem krmljenju 4,5 % in neomejenem krmljenju 6,57 %.

3.8 KAKOVOST MESA

3.8.1 Kemijska sestava mesa

Piščančje meso vsebuje veliko hranilnih snovi (beljakovine, minerale, vitamine itd.), hkrati pa je energijsko revno in zato primerno za dietno prehrano. Sestava perutninskega mesa je odvisna od vrste perutnine, pasme, zdravstvenega stanja živali, prehrane, načina reje,

starosti in spola živali. Obstajajo razlike v sestavi posameznega telesnega dela oziroma kosa mesa (Holcman in sod., 2004; Zorko-Braun, 1979).

Piščančje meso je pusto, maščoba se nalaga v trebušni votlini piščanca in pod kožo, manj pa v mišičnini (Holcman in sod., 2004). Razmerje maščob med perutninskim, govejim in prašičjim mesom je 1: 4: 6, razmerje beljakovin pa 1: 0,9 : 0,7 (Ločniškar in sod., 1991). Razmerje pri piščančjem mesu med nasičenimi in nenasičenimi maščobnimi kislinami je 28 % : 72 %. Druge vrste mesa, kot je govedina pa vsebujejo kar 45 % nasičenih in 55 % nenasičenih maščobnih kislin (Holcman in sod., 2004).

Surovo piščančje meso vsebuje v povprečju 71,1 % vode, 19,8 % beljakovin, 7,5 % maščob in 1,6 % pepela (Holcman in sod., 2004) oziroma 70,05 % vode, 19,77 % beljakovin, 9,47 % maščob ter 0,93 % pepela (Žlender in sod., 1998).

Holcman in sod. (1995), ki so preučevali kemijsko sestavo mesa piščancev iz sedemnajste generacije dvosmerne selekcije na večjo (D+) oziroma manjšo (D-) telesno maso pri 56. dnevu starosti so ugotovili, da bedra (s kožo) piščancev pri starosti 47 dni iz težje linije vsebuje 69,88 % vode, 17,16 % beljakovin, 12,68 % maščob, 0,74 % pepela in bedra (s kožo) piščancev iz lažje linije 70,14 % vode, 17,61 % beljakovin, 10,93 % maščob ter 0,83 % pepela. Prsna mišičnina (s kožo) piščancev iz težje linije vsebuje 71,5 % vode, 22 % beljakovin, 4,5 % maščob in 1,09 % pepela ter prsna mišičnina (s kožo) piščancev iz lažje linije 72,8 % vode, 21,5 % beljakovin, 4,1 % maščob in 1 % pepela. Posamezno po liniji in spolu je v preglednici 13 prikazan delež beder (s kožo) in v preglednici 14 delež prsne mišičnine (s kožo).

Preglednica 13: Kemijska sestava mesa beder s kožo (%) pri petelinčkih in jarčkah linij D+ in D- (Holcman in sod., 1995: 219-223)

| Sestava beder (s kožo): | Linija D+ | | Linija D- | |
|----------------------------|------------|--------|------------|--------|
| | Petelinčki | Jarčke | Petelinčki | Jarčke |
| voda | 69,43 | 70,33 | 69,78 | 70,50 |
| beljakovine | 16,51 | 17,82 | 17,65 | 17,57 |
| maščobe | 13,29 | 12,08 | 11,78 | 10,08 |
| pepel | 0,77 | 0,72 | 0,87 | 0,79 |

Preglednica 14: Kemijska sestava prsne mišičnine s kožo (%) pri petelinčkih in jarčkih linij D+ in D-
(Holcman in sod., 1995: 219-223)

| Sestava prsne mišičnine (s kožo) | Linija D+ | | Linija D- | |
|--|------------|--------|------------|--------|
| | Petelinčki | Jarčke | Petelinčki | Jarčke |
| voda | 71,65 | 71,37 | 72,48 | 73,04 |
| beljakovine | 22,62 | 21,31 | 21,80 | 21,16 |
| maščobe | 4,91 | 3,99 | 5,0 | 3,27 |
| pepel | 1,03 | 1,14 | 1,05 | 1,0 |

4 UPORABNOST DVOSMERNO SELEKCIONIRANIH LINIJ PIŠČANCEV NA TELESNO MASO V MOLEKULARNO GENETSKIH RAZISKAVAH

Glavni namen iskanja kvantitativnih lokusov pri domačih živalih je identifikacija želenega genotipa živali in vključitev te informacije v selekcijski model. Od selekcije, ki poleg fenotipskih izkorišča tudi genotipske podatke, si v perutninarstvu največ obetamo pri treh lastnostih: odpornosti na bolezni (lastnost z majhno heritabiliteto), učinkovitosti izkoriščanja krme (lastnost, katere merjenje je drago) in kakovosti klavnih trupov (lastnosti, kjer neposredno merjenje na živi živali ni možno) (Terčič, 2004).

Iskanje kvantitativnih lokusov zahteva identifikacijo skupnega dedovanja označevalca z določenim kvantitativnim lokusom v poskusni populaciji osebkov. Genetski označevalci so definirana mesta na kromosomih, katerih dedovanje lahko spremljamo (Terčič, 2004).

Konceptualno je kvantitativni lokus lahko en sam gen ali skupina vezanih genov, ki vplivajo na lastnost. Ker z obstoječimi metodami ne moremo ločiti med navedenima možnostima, uporabljamo za označitev kromosomske regije izraz lokus (Terčič, 2004).

Iskanje povezav med genetskimi označevalci na eni strani ter kvantitativnimi lokusi na drugi strani poteka na treh nivojih: fenotipskem (izvrednotenje kvantitativnih proučevanih lastnosti na živalih iz poskusne populacije), genotipskem (testiranja setov genetskih označevalcev na genetskem materialu poskusnih živali) in statističnem (s pomočjo statistične analize se potrdi ali zavrže obstoj statistično značilne povezave med določenim označevalcem in izraženostjo fenotipske lastnosti) (Terčič, 2004).

Selekcija genetsko najnaprednejših živali je ključna komponenta vsakega rejskega programa. Z razvojem molekularno genetskih tehnik so se v zadnjem desetletju odprle možnosti vpogleda v molekularno strukturo genoma in s tem tudi nove možnosti za selekcijsko delo. Poznavanje genov, ki vplivajo na gospodarsko pomembne lastnosti in ocena njihovega učinka sta osnova za koncept neposredne odbire na želeni genotip (Terčič, 2004).

Dvosmerno selekcionirane linije predstavljajo zelo dober izhodiščni material za oblikovanje poskusnih populacij, saj je veliko večja verjetnost, da bo določen kvantitativni lokus segregiral v križanju med dvema fenotipsko različnima linijama osebkov kot pa znotraj obstoječe populacije, ki je bila izpostavljena neposredni selekciji (Terčič, 2004).

Na selekcijski farmi Krumperk Oddelka za zootehniko Biotehniške fakultete poteka raziskava, katere končni cilj je identifikacija kvantitativnih lokusov za rast in nekatere klavne lastnosti ter groba umestitev kvantitativnih lokusov za te lastnosti na genetsko karto kokoši. V ta namen so oblikovali poskusno populacijo piščancev, v kateri skušajo identificirati povezave med označevalskimi lokusi in domnevnimi kvantitativnimi lokusi (Terčič, 2004; Božič, 2006). V raziskavi sta vključeni dve liniji kokoši, ki sta bili izbrani za križanje in izhajata iz dvosmernega selekcijskega poskusa. V raziskavi so iz vsake od dveh izhodiščnih linij izbrali po enega starša (petelina težke linije in kokoš lahke linije) iz petindvajsete generacije dvosmerne selekcije in ju medsebojno parili in prišli do F₁ sestrške generacije. Z naključnim medsebojnim parjenjem F₁ osebkov so oblikovali F₂ generacijo, kjer so ponovno izpeljali naključno parjenje in tako prišli do F₃ generacije ter z postopkom naključnih parjenj nadaljevali in tako prišli do F₇ generacije. Poskus pa bodo verjetno zaključili v F₉ generaciji, zato ker naj bi zadnje generacije v poskusu (F₈ in F₉) služile za natančnejše kartiranje kvantitativnih lokusov, saj naj bi se v zadnjih generacijah osredotočili le na tiste kromosomske regije, kjer je že preliminarna analiza nakazala obstoj kvantitativnih lokusov. Začetne generacije pa so služile za grobo kartiranje kvantitativnih lokusov (odkrivanje kvantitativnih lokusov) (Terčič, 2004; Mozetič, 2006). V vseh generacijah so parjenja potekala v skladu s FSIL (angl. Full Sib Intercross Line) modelom, ki temelji na medsebojnem križanju dveh staršev in naključnem križanju njihovih potomcev skozi več generacij. Bistvo FSIL modela je torej v tem, da se z vsako naslednjo generacijo poveča natančnost določitve položaja kvantitativnega lokusa na kromosomu in s tem se poveča natančnost kartiranja in tako lažje ugotovimo kateri označevalski alel je nek potomec prejel od očeta in katerega od matere (Mozetič, 2006). Pomanjkljivost FSIL modela se je pokazala zaradi naraščanja inbridinga, saj so bile vse živali v poskusni populaciji potomci le enega para F₀ staršev. Negativnim učinkom parjenj v sorodstvu so se skušali izogniti, tako, da so vpeljali večje število družin v F₃ generaciji in z ohranjanjem velikega efektivnega števila staršev v kasnejših generacijah (Terčič, 2004).

Cilj omenjene raziskave je bil iskanje kvantitativnih lokusov za rast in nekatere klavne lastnosti pri kokoših. Ugotovili so, da se je od F₁ generacije pa vse do F₇ generacije povprečna telesna masa piščancev pred klanjem (55. dan starosti) vseskozi zmanjševala, kar je verjetno posledica parjenj v sorodstvu. Poleg zmanjševanja telesne mase so parjenja v sorodstvu prispevala še k slabši povprečni vrednosti kvantitativnih lastnosti, plodnosti, preživitveni sposobnosti in odpornosti na boleznem. Relativni delež trebušne maščobe in mišičnine prsi je bil pri jarčkah statistično značilno večji kot pri petelinčkih. Relativni delež beder je bil pri jarčkah značilno manjši kot pri petelinčkih (Mozetič, 2006).

Glavni namen oblikovanja poskusnih populacij piščancev, na katerih se opravlja fenotipske meritve in genotipiziranja je, da se lahko rezultate poskusnih križanj (odkritje okvirnega položaja kvantitativnih lokusov in njihovo natančnejše umeščanje) uporabi pri izvajanju na označevalce oprte selekcije v komercialnih linijah kokoši (Terčič, 2004; Božič, 2006). V preteklosti so se različne linije kokoši in linijski križanci izkazali kot odlični modeli za študij učinkov dolgotrajne selekcije na ravnost saj zagotavljajo veliko informacij rejcem komercialnih pitovnih piščancev pri oblikovanju rejskih programov in proizvodnih strategij. Obenem pa predstavljajo odličen modelni sistem za uporabo tehnologij genskega kartiranja (Reddy, 1996; Ozmec, 2003). Danes se namesto dragega in časovno zamudnega presejavanja celotnega genoma znotraj linij, izbere nekaj kandidatnih regij iz poskusnih križanj in jih ovrednoti znotraj komercialnih linij. Seveda je za uspešno vpeljavo na označevalce oprte selekcije treba segregacijo kvantitativnih lokusov iz poskusne populacije ugotoviti tudi znotraj obstoječih komercialnih linij kokoši (Terčič, 2004; Božič, 2006).

Z vidika uporabnosti kvantitativnih lokusov v praktičnih selekcijskih programih so prav gotovo najzanimivejši kvantitativni lokusi, ki se pojavljajo v povezavi s trebušno zamaščenostjo. Zato obstaja potreba po razvoju novih, inovativnih genetskih strategij, s katerimi bi ohranili sedanji ravnostni potencial pitovnih piščancev, zmanjšali zamaščenost klavnih trupov in obenem povečali trdnost kosti (Božič, 2006).

5 RAZPRAVA IN SKLEPI

5.1 RAZPRAVA

V strokovni literaturi je mogoče zaslediti več prispevkov o dvosmernih selekcijskih poskusih pri piščancih, v katerih opravljajo selekcijo na eno ali več lastnosti hkrati. Iz pregledane literature sodeč je telesna masa živali najpogostejša lastnost na katero odbirajo perutnino v dvosmernih selekcijskih poskusih. Dvosmerna selekcija na telesno maso skozi več generacij vpliva tudi na spremembe drugih lastnosti. Nekatere od teh lastnosti so bile proučevane v več generacijah: starost ob spolni zrelosti, nesnost, valilnost, fizikalne lastnosti jajc (masa jajca), reprodukcijske lastnosti petelinov (volumen ejakulata, koncentracija semenčic, pH semena, odstotek mrtvih in patološko oblikovanih semenčic, gibljivost semenčic, oplojenost jajc), prebavne in metabolične značilnosti (izkoriščanje krme), klavne lastnosti (klavnost, delež trebušne maščobe). Večji del lastnosti pa je bil proučen le v posamezni generaciji: nekatere lastnosti jajc (indeks jajčne oblike, barva jajčne lupine, debelina jajčne lupine, masa jajčne lupine, višina beljaka in haughove enote, barva rumenjaka, prisotnost krvnih in mesnih peg, vsebnost holesterola v jajcih), fiziološko anatomske lastnosti (življensko pomembni telesni organi, ekonomsko pomembni telesni deli), lastnosti prebavnih organov (masa mišičnega želodca, dolžina tankega črevesa, masa jeter in dolžina požiralnika), prebavne in metabolične značilnosti (prebavljivost krme, presnova krme), klavne lastnosti (delež prsne mišičnine, delež beder, delež podkožne maščobe, delež telesne maščobe) in lastnosti kakovosti mesa (kemijska sestava mesa beder in prsne mišičnine). Naštete lastnosti bi bilo zanimivo proučevati skozi več generacij, kajti s trajanjem selekcije natančneje ugotovimo kakšen učinek ima na določeno lastnost dvosmerna selekcija na telesno maso. Poleg trajanja (obdobja) selekcije vplivajo na direktni učinek in korelirane učinke dvosmerne selekcije na telesno maso še pasma, spol, starost piščancev ob proučevani lastnosti, parjenje znotraj linij, prehrana, zdravstveno stanje itd. Najboljše rezultate bi dosegli, če bi vse proučevane selekcijske linije vzrejali v enakem okolju (klima, osvetlitev, velikost prostora, gostota naselitve itd.) in jih enako krmili, proučevali lastnosti pri isti starosti in skozi več generacij ter jih primerjali med seboj.

V razpravi se vsi podatki nanašajo le na ugotovitve, ki so jih navedli slovenski in tuji avtorji, ki so izvajali dvosmerno selekcijo piščancev na telesno maso.

5.1.1 Direktni učinek dvosmerne selekcije na telesno maso piščancev

Tako slovenski kot tuji avtorji, ki so preučevali vpliv dvosmerne selekcije na telesno maso piščancev so ugotovili, da se je telesna masa pri piščancih obeh spolov in obeh linij (težja in lažja linija) iz generacije v generacijo spreminjala. V večini generacij se je z vsako naslednjo generacijo telesna masa piščancev težje linije povečevala in piščancev lažje linije zmanjševala, ne glede na spol. V Sloveniji so Holcman in sodelavci (Flisar, 2007) preučevali piščance skozi enaintrideset generacij in ugotovili, da se je telesna masa petelinčkov pri starosti 56 dni iz težje linije od prve do enaintridesete generacije povečala za 10,18 % (največ v 25. generaciji, za 37,37 %), petelinčkov iz lažje linije pa zmanjšala za 82,26 % (največ prav v zadnji generaciji). Pri jarčkah iz težje linije se je telesna masa povečala za 28,43 % (največ v 25. generaciji, za 62,28 %) in pri jarčkah iz lažje linije zmanjšala za 80,28 % (največ v 27. generaciji, za 81,08 %). V tuji literaturi smo zasledili avtorja Dunnington in Siegel (1987, 1995, 1996), ki sta objavila največ člankov o dvosmerni selekciji na telesno maso piščancev. Dunnington in Siegel (1996) sta ugotovila, da se je telesna masa petelinčkov iz težke linije pri starosti 56 dni povečala od prve do enaintridesete generacije za 40,14 % (kar je za 29,96 % več kot navaja Flisar (2007) v istem obdobju), pri petelinčkih iz lažje linije pa zmanjšala za 63,85 % (kar je za 18,41 % manj kot navaja Flisar (2007) v istem obdobju). Pri jarčkah iz težje linije se je telesna masa povečala od začetne do enaintridesete generacije za 40 % (11,57 % več kot navaja Flisar (2007) v istem obdobju) in jarčkam iz lažje linije zmanjšala za 70 % (10,28 % manj kot navaja Flisar (2007) v istem obdobju). Rezultati nekaterih poskusov (Flisar, 2007; Dunnington in Siegel, 1996) kažejo, da se s trajanjem dvosmerne selekcije povečuje telesna masa piščancev v navzgor selekcionirani liniji približno do 20. generacije. Slovenski raziskovalci so ugotovili, da je povprečna telesna masa piščancev od 20. do 27. generacije le malo variirala, od 28. do 31. generacije je bil trend zmanjševanja telesne mase. Na podlagi podanih rezultatov lahko sklepamo, da se bo telesna masa piščancev iz navzgor selekcionirane linije v naprej postopoma zmanjševala. Dunnington in Siegel (1996) sta ugotovila, da je povprečna telesna masa piščancev iz navzgor selekcionirane

linije le malo variirala od 20. do 34. generacije, v 35. in 36. generaciji je bil trend povečevanja telesne mase. Do drugačnih zaključkov so prišli slovenski raziskovalci (Flisar, 2007) ter Dunnington in Siegel (1996) v navzdol selekcionirani liniji. Ugotovili so izrazit trend zmanjševanja telesne mase piščancev do 25. generacije (Dunnington in Siegel, 1996) oziroma do 27. generacije (slovenski raziskovalci), nato pa je telesna masa v naslednjih generacijah ostala približno enaka. Sklepamo lahko, da se telesna masa piščancev v navzdol selekcionirani liniji v prihodnjih generacijah ne bo bistveno spreminjala.

V literaturi zasledimo, da so se dnevni prirasti piščancev iz težje in lažje linije povečevali do 7. tedna starosti (Holcman, 1992) oziroma do 4. tedna starosti pri petelinčkih (Mužic, 1990), nato pa postopoma zmanjševali. Večje dnevne priraste so imeli piščanci iz težje linije, petelinčki pa večje dnevne priraste kot jarčke.

5.1.2 Dvosmerna selekcija na telesno maso piščancev in vplivi na druge lastnosti

5.1.2.1 Starost ob spolni zrelosti, nesnost in valilnost

Raziskovalci, ki so se ukvarjali s starostjo živali ob spolni zrelosti v dvosmerno selekcioniranih jatah so prišli do različnih ugotovitev. Holcman (1986) je v prvih sedmih generacijah ugotovila, da prej spolno dozori jarčke, ki so selekcionirane pri 56. dnevu starosti na manjšo telesno maso (pri 23,3 tednov starosti) kot jarčke, ki so selekcionirane na večjo telesno maso (pri 25,5 tednov starosti). Intihar (2006), Goodman in Shealey (1977), Maloney in sod. (1963) ter Liu in sod. (1995) menijo ravno obratno, prej spolno dozori jarčke selekcionirane na večjo telesno maso. Kokoši iz enaintridesete generacije težje linije so v povprečju spolno dozorele pri starosti 33. tednov, medtem ko so kokoši lažje linije spolno dozorele šele pri 36. tednih starosti (Intihar, 2006). Maloney in sod. (1963) so skozi prvih deset generacij ugotovili, da so jarčke iz linije selekcionirane na večjo telesno maso spolno dozorele pri 28 tednih starosti ter jarčke iz linije selekcionirane na manjšo telesno maso piščancev pri 32 tednih starosti. Liu in sod. (1995) navajajo, da so jarčke povprečno skozi šestintrideset generacij iz težje linije spolno dozorele pri 25 tednih starosti in jarčke iz lažje linije pri 28 tednih starosti. Iz rezultatov nekaterih poskusov (Holcman, 1986; Intihar, 2006; Liu in sod., 1995) lahko sklepamo, da se s trajanjem dvosmerne selekcije povečuje starost ob spolni zrelosti. Vendar pa je starost ob spolni

dozorelosti zelo spremenljiva lastnost iz generacije v generacijo, kar pa je verjetno posledica okoljskih dejavnikov. Holcman (1986) navaja, da na spolno zrelost jarčk v veliki meri vpliva okolje.

Holcman (1985), ki je preučevala kokoši od prve do sedme generacije in Intihar (2006), ki je preučevala enaintrideseto generacijo trdijo, da imajo večjo nesnost kokoši iz linij, ki so selekcionirane na manjšo telesno maso. Do drugačnih ugotovitev so prišli tuji strokovnjaki, ki so ugotovili večjo nesnost pri kokoših iz linij, ki so selekcionirane na večjo telesno maso piščancev (Goodman in Shealey, 1977; Jacobsson, 2005 cit. po Mozetič, 2006). Na podlagi slovenskih raziskovalcev (Holcman, 1985; Intihar, 2006) lahko potrdimo, da se s trajanjem dvosmerne selekcije zmanjšuje nesnost kokoši.

Holcman in sod. (1993) so v petnajsti generaciji ter Terčič in sod. (1994) v šestnajsti generaciji dvosmerne selekcije ugotovili, da je povprečna valilnost glede na število vloženi jajc pri težji liniji 62,10 % in pri lažji liniji 76,56 %. Povprečna valilnost glede na število oplojenih jajc je pri težji liniji (D+) 77,46 % ter pri lažji liniji (D-) 88,63 %. Do drugačnih rezultatov so prišli Maloney in sod. (1967), ki so selekcionirali kokoši skozi petnajst generacij. Ugotovili so, da ni bistvenih razlik med linijama v odstotku valilnosti glede na število oplojenih jajc (pri težji liniji 78,74 % in pri lažji liniji 77,65 %). Iz rezultatov nekaterih poskusov (Holcman in sod., 1993; Terčič in sod., 1994; Fabijan, 1993; Maloney in sod., 1967) ugotovimo, da je bila najboljša valilnost večinoma v izhodiščnih populacijah. Na valilnost največ vpliva parjenje znotraj sorodstva, ki se s trajanjem dvosmerne selekcije povečuje in zmanjšuje valilnost.

5.1.2.2 Fizikalne lastnosti jajc

S povečanjem telesne mase se poveča tudi masa jajca. To trditev so v raziskavah potrdili tako naši kot tuji strokovnjaki. Holcman in Bevc (1992) sta v štirinajsti generaciji dvosmerne selekcije ugotovila povprečno razliko med linijama v masi jajc 7,3 g (masa jajca je bila pri težji liniji 57,63 g in pri lažji liniji 50,34 g). Do podobnih rezultatov so prišli Maloney in sod. (1967), ki so v petnajstih generacijah ugotovili, da so imela povprečno za 7,54 g večjo maso jajca iz težje linije (57,94 g) kot jajca iz lažje linije (50,4 g). Največjo razliko med linijama glede na maso jajc sta ugotovila Goodman in

Shealey (1977) v dvaindvajseti generaciji, 12,6 g. Povprečna masa jajc pri težji liniji je bila 59,3 g in pri lažji liniji 46,7 g. Raziskovalci so enotnega mnenja, da se s povečanjem telesne mase poveča masa jajca (Holcman in Bevc, 1992; Maloney in sod., 1967; Goodman in Shealey, 1977). Ker raziskovalci niso preučevali skozi več generacij, kako vpliva dvosmerna selekcija piščancev na telesno maso na maso jajc, lahko sklepamo, da so nesle najtežja jajca kokoši težke linije in znotraj te linije kokoši z največjo telesno maso.

Holcman in Bevc (1992) sta v štirinajsti generaciji ugotovila, da imajo večji indeks oblike jajca iz težje linije (74,78 %) kot iz lažje linije (72,00 %). Do drugačnih ugotovitev sta prišla Goodman in Shealey (1977), ki sta v dvaindvajseti generaciji dobila povprečni indeks jajčne oblike 83,1 % pri lažji liniji in 81,1 % pri težji liniji. Jajca iz lažje linije imajo v tem poskusu statistično značilen večji indeks oblike kot jajca iz težje linije.

Temnejšo jajčno lupino imajo jajca iz težje linije v primerjavi z jajci iz lažje linije (Holcman in Bevc, 1992; Goodman in Shealey, 1977). Holcman in Bevc (1992) sta v štirinajsti generaciji ugotovila, da ima težja linija vrednost barve lupine ocenjeno s 54,25 % ter lažja linija s 73,64 % (večji kot je odstotek temnejša je barva jajčne lupine). Goodman in Shealey, (1977) sta v dvaindvajseti generaciji ocenjevala barvo lupine jajc od 1-18 (večja kot je vrednost, temnejša je lupina) in ugotovila, da so jajca iz težje linije (9,7) temnejša kot jajca iz lažje linije (4,4).

Holcman in Bevc (1992) sta v štirinajsti generaciji ugotovila, da imajo debelejšo lupino jajca iz lažje linije (0,36 mm) v primerjavi z jajci iz težje linije (0,34 mm). Ravno nasprotno sta ugotovila Goodman in Shealey (1977) v dvaindvajseti generaciji in sicer, da ima težja linija debelejšo lupino kot lažja linija (težja linija 0,27 mm, lažja linija 0,23 mm).

Holcman in Bevc (1992) sta v štirinajsti generaciji ugotovila večjo maso jajčne lupine na enoto površine jajca (mg/cm^2) pri lažji liniji ($76,97 \text{ mg}/\text{cm}^2$) kot pri težji liniji ($73,48 \text{ mg}/\text{cm}^2$).

Holcman in Bevc (1992) sta v štirinajsti generaciji ugotovila, da imajo jajca iz težje linije večjo vrednost haughovih enot kot jajca iz lažje linije in sicer pri težji liniji 80,73 in 74,88

pri lažji liniji. Višina beljaka pa je bila pri težji liniji 6,61 mm in 5,39 mm pri lažji liniji. Nekoliko večje vrednosti sta dobila Goodman in Shealey (1977), ki sta v dvaindvajseti generaciji ugotovila, da so imela jajca težje linije povprečno vrednost haughovih enot 80,8 in lažje linije 82,9. Višina beljaka je bila pri težji liniji 6,8 mm in pri lažji liniji 6,4.

Tako naši kot tuji strokovnjaki so z raziskavami dokazali, da imajo temnejšo barvo rumenjaka jajca kokoši iz težje linije kot jajca kokoši iz lažje linije. Holcman in Bevc (1992) sta v štirinajsti generaciji ocenjevala barvo rumenjaka z La Roche-jevo pahljačo in sicer od 1 do 15 (višja kot je vrednost, temnejše je obarvan rumenjaki) in ugotovila, da ni bilo bistvenih razlik v barvi rumenjaka jajc iz navzgor in navzdol selekcionirane linije. Večjo vrednost pa so imela jajca iz težje linije (12,81) kot jajca iz lažje linije (12,69). Goodman in Shealey (1977) pa sta v dvaindvajseti generaciji ocenjevala barvo rumenjaka z ocenami od 1–7 (višja je ocena, temnejša je barva rumenjaka) in dobila povprečne vrednosti pri težji liniji 2,4 ter pri lažji liniji 1,8.

Holcman in Bevc (1992) sta v štirinajsti generaciji ugotovila, da je v težji liniji 23,45 % jajc imelo krvne in mesne pege, v lažji liniji pa 4,69 %. Goodman in Shealey (1977) sta v dvaindvajseti generaciji poskusa ugotovila, da je imelo 58 % jajc krvne in mesne pege v težji liniji in 25 % jajc v lažji liniji.

5.1.2.3 Vsebnost holesterola v jajcih

Intihar (2006) je v enaintrideseti generaciji dvosmerne selekcije ugotovila večjo vsebnost holesterola v jajcih iz težje linije (341,47 mg/jajce) kot v jajcih iz lažje linije (212,37 mg/jajce) oziroma 16,05 mg holesterola/g svežega rumenjaka v težji liniji in 13,73 mg holesterola/g svežega rumenjaka v lažji liniji.

5.1.2.4 Reprodukcijske lastnosti petelinov

Holcman in sod. (1993) so v petnajsti generaciji ter Terčič in sod. (1994) v šestnajsti generaciji prišli do ugotovitev, da je volumen ejakulata pri petelinih iz petnajste generacije pri lažji liniji 0,27 ml in 0,23 ml pri težji liniji. V šestnajsti generaciji je bil volumen ejakulata pri težki liniji 0,27 ml in pri lažji liniji 0,33 ml. Ugotovili so še, da se s povečano

telesno maso petelina za vsakih 1000 g poveča volumen ejakulata za 0,089 ml v petnajsti generaciji in zmanjša za 0,047 ml v šestnajsti generaciji. Ob primerjavi volumna ejakulato v različnih generacijah (v petnajsti in šestnajsti generaciji), lahko sklepamo, da se je volumen ejakulato pri petelinih težke linije skozi dve generaciji zmanjšal ter pri petelinih lahke linije povečal. Prav tako se je s trajanjem dvosmerne selekcije skozi dve generaciji povečala koncentracija semenčic v ejakulatu pri lahki liniji, saj večji kot je volumen ejakulata, večja je koncentracija semenčic v njem. Odstotek mrtvih in patološko oblikovanih semenčic se je prav tako povečal s trajanjem selekcije pri lažji liniji ter zmanjšal pri težji liniji. Vrednost pH semena se je s trajanjem selekcije povečala pri obeh selekcioniranih linijah. Obratno je pa z gibljivostjo semenčic, ki se je s trajanjem selekcije zmanjšala pri obeh linijah. Prav tako se je zmanjšala oplojenost jajc pri obeh linijah s trajanjem selekcije (Holcman in sod., 1993; Terčič in sod., 1994).

Koncentracija semenčic pri petelinih težke linije iz petnajste generacije je bila $1,69 \times 10^9$ /ml ter $1,81 \times 10^9$ /ml pri petelinih iz lažje linije. V šestnajsti generaciji pa je bila večja koncentracija semenčic pri petelinih obeh selekcioniranih linij (težja linija $3,49 \times 10^9$ /ml, lažja linija $3,61 \times 10^9$ /ml). S povečano telesno maso petelina za vsakih 1000 g se poveča koncentracija semenčic za $0,736 \times 10^9$ /ml v petnajsti generaciji in $0,245 \times 10^9$ /ml v šestnajsti generaciji (Holcman in sod., 1993; Terčič in sod., 1994).

Petelini težje linije iz petnajste generacije so imeli 11,57 % patološko oblikovanih semenčic in 8,14 % mrtvih ter petelini iz lažje linije 12,25 % patološko oblikovanih semenčic in 8,25 % mrtvih semenčic. Rezultati šestnajste generacije so popolnoma drugačni od rezultatov iz petnajste generacije saj imajo petelini iz težje linije večji odstotek patološko oblikovanih (1,72 %) in mrtvih semenčic (14,17 %) kot petelini iz lažje linije, ki imajo 1,52 % patološko oblikovanih ter 7,76 % mrtvih semenčic. Ugotovili so še, da se s povečano telesno maso petelina za vsakih 1000 g poveča odstotek mrtvih semenčic za 3,895 % v petnajsti generaciji in zmanjša za 7,667 % v šestnajsti generaciji. Odstotek patološko oblikovanih semenčic se pa poveča za 2,54 % pri petnajsti generaciji in 0,137 pri šestnajsti generaciji (Holcman in sod., 1993). Edens in sod. (1973) navajajo veliko večji odstotek mrtvih semenčic pri petelinih obeh dvosmerno selekcioniranih linij iz enajste

generacije in sicer v ejakulatu petelinov iz težje linije je bilo 21,8 % mrtvih semenčic in v ejakulatu petelinov iz lažje linije 10,1 %.

Holcman in sod. (1993) so v petnajsti generaciji ter Terčič in sod. (1994) v šestnajsti generaciji zaključili, da je bila v petnajsti generaciji pH vrednost pri lažji liniji 7,32 in pri težji liniji 7,23. Nekoliko večje vrednosti so dobili pri šestnajsti generaciji, pri težji liniji 7,45 in pri lažji liniji 7,75. Ugotovili so še, da se s povečano telesno maso petelina za vsakih 1000 g poveča pH vrednost semena za 0,143 pri petelinih v petnajsti generaciji in za 0,167 v šestnajsti generaciji.

Giblјivost semenčic se lahko ocenjuje z vrednostmi od 1 do 6, kjer 6 pomeni gibanje in vrtinčenje semenčic, ena pa nobene (Wilson in sod., 1979). Holcman in sod. (1993) ter Terčič in sod. (1994) so v petnajsti generaciji ugotovili večjo giblјivost semenčic pri petelinih iz lažje linije (4,75) kot pri petelinih iz težje linije (4,0). Slabšo giblјivost semenčic so imeli petelini iz šestnajste generacije v primerjavi s petelini iz petnajste generacije in sicer pri lažji liniji 2,78 in pri težji liniji 2,83. Ugotovili so še, da se s povečano telesno maso petelina za vsakih 1000 g poveča giblјivost semenčic za 1,230 pri petnajsti generaciji in 0,169 pri šestnajsti generaciji.

Holcman in sod. (1993) ter Terčič in sod. (1994) so ugotovili, da je bila uspešnost oplojenosti jajc v težji liniji 80,15 % in 86,19 % v lažji liniji. V šestnajsti generaciji pa je bil nekoliko večji odstotek oplojenosti jajc pri težji liniji (75,95 %) kot pri lažji liniji (75,35 %). Maloney in sod. (1967), ki so dvosmerno selekcionirali skozi petnajst generacij, so ugotovili večjo oplojenost jajc pri težji liniji (83,3 %) kot pri lažji liniji (82,84 %). V istem poskusu pa je bila v prvih desetih generacijah v povprečju večja oplojenost jajc pri lažji liniji (86,21 %) kot pri težji liniji (84,4 %).

5.1.2.5 Fiziološko anatomske značilnosti

Katanbaf in sod. (1988) so v sedemindvajseti generaciji ugotovili, da je bil pri dan starih piščancih iz težje linije delež skupne mase srca, pljuč, črevesja, mišičnega želodca in jeter v primerjavi s telesno maso živih piščancev 19 % (6,65 g) ter pri piščancih iz lažje linije

16 % (3,2 g). Zadnji dan (56. dan) poskusa so pa imeli večji delež omenjenih telesnih organov v razmerju s telesno maso živih piščancev, piščanci iz lažje linije (18,5 %= 31,45 g) kot piščanci iz težje linije (12 %= 157,2 g). Izračunali so tudi skupni delež določenih telesnih delov (prsna, bedra, peruti, perje in trebušna maščoba) v razmerju s telesno maso živih piščancev. Pri navzgor selekcionirani liniji je bil skupni delež omenjenih telesnih delov pri dan starih piščancih 22 % (7,04 g) in pri 56. dni starih 50 % (655 g). Pri piščancih iz navzdol selekcionirane linije pa je bil skupni delež pri starosti: 1. dan 22 % (4,4 g) in 56. dan 44 % (74,8 g). Posamezno po telesnih delih glede na telesno maso živih piščancev so imeli pri starosti 56 dni piščanci iz težje linije večji delež prs in peruti ter manjši delež beder in perja v primerjavi s piščanci iz lažje linije.

Mužic (1990) je v deseti generaciji pri starosti petelinčkov 49 dni in Katanbaf in sod. (1988) so v sedemindvajseti generaciji pri starosti 56 dni dvosmerne selekcije piščancev ugotovili:

- Večji delež trebušne maščobe imajo piščanci iz težje linije kot piščanci iz lažje linije. Piščanci iz težje linije so imeli 1,5 % (19,65 g) in piščanci iz lažje linije 0,5 % (0,84 g) trebušne maščobe (Katanbaf in sod., 1988). Podobno Mužic (1990) navaja večje deleže trebušne maščobe pri piščancih iz težje linije, ki so imeli 2,46 % (48,11 g) in piščanci iz lažje linije 1,78 % (20,23 g) v razmerju s telesno maso živih piščancev.
- Delež žleznega želodca je bil v razmerju s telesno maso živih piščancev manjši pri piščancih iz težje linije (0,30 %) kot pri piščancih iz lažje linije (0,35 %) (Mužic, 1990).
- Piščanci iz lažje linije so imeli večji delež mišičnega želodca v razmerju s telesno maso živih piščancev (1,48 %) v primerjavi s piščanci iz težje linije (1,37 %) (Mužic, 1990).
- Piščanci iz težje linije (148,9 cm) so imeli za 36,27 cm daljše tanko črevo v primerjavi s piščanci iz lažje linije (112,63 cm), vendar daljše tanko črevo v razmerju s telesno maso živih piščancev so imeli piščanci iz lažje linije kot piščanci iz težje linije (težja linija 7,71 %, lažja linija 10,14 %) (Mužic, 1990). Nekoliko

večje vrednosti so dobili Katanbaf in sod. (1988) , ki so ugotovili, da so imeli piščanci iz težje linije dolžino tankega črevesa 152,5 cm in iz lažje linije 70 cm.

- Večjo maso jeter glede na telesno maso živih piščancev so imeli piščanci iz težje linije (1,96 %) kot piščanci iz lažje linije (1,79 %) (Mužic, 1990).
- Dan stari piščanci iz lažje linije so imeli daljši požiralnik (56 mm) kot piščanci iz težje linije (50 mm). Do drugačnih ugotovitev so prišli pri 56. dni starih piščancih, saj so imeli za 46,16 % daljši požiralnik piščanci iz težje linije (162,5 mm) kot piščanci iz lažje linije (87,5 mm) (Katanbaf in sod., 1988).

5.1.2.6 Prebavne in metabolične značilnosti

Mužic (1990) je v deseti generaciji dvosmerne selekcije pri starosti petelinčkov 49 dni ugotovil, da so imeli petelinčki iz težje linije boljšo prebavljivost surovih beljakovin, surovih maščob, surovih vlaknin, neto energije snovi, organske snovi in suhe snovi kot petelinčki iz lažje linije.

Mužic (1990) je na podlagi petelinčkov v deseti generaciji ugotovil, da so imeli petelinčki iz težje linije (38,86 g/l) večjo skupno količino beljakovin v krvni plazmi kot petelinčki iz lažje linije (34,57 g/l). Precej manjšo skupno količino maščob so imeli petelinčki obeh linij v primerjavi s skupno količino beljakovin v krvni plazmi (težja linija 8,44 g/l, lažja linija 8,75 g/l). Skupna količina holesterola v krvni plazmi je bila večja pri težji liniji (3,74 mm/l) v primerjavi z lažjo linijo (2,81 mm/l) ter večja vsebnost trigliceridov v krvni plazmi pri težji liniji (1,65 mm/l) kot pri lažji liniji (1,52 mm/l).

Holcman (1992) v štirinajsti generaciji in Unetič (2001) v petindvajseti generaciji so ugotovile večjo porabo krme piščancev težke linije v primerjavi s piščanci iz lažje linije. Čeprav so piščanci lahke linije porabili manj krme kot piščanci težke linije, pa so porabili več krme na kilogram telesne mase. Unetič (2001) je še ugotovila, da so v obdobju od 42. do 58. dne starosti več krme na dan zaužili petelinčki (petelinčki iz težke linije 162,2 g/dan, petelinčki iz lahke linije 70,8 g/dan) kot jarčke (jarčke iz težke linije 144,6 g/dan, jarčke iz lahke linije 56,4 g/dan). Piščanci iz lažje linije so zaužili več krme na kilogram telesne mase v primerjavi z težjo linijo, kar pomeni, da so slabše izkoriščali krmo. Piščanci

iz težje linije so naložili več dušika dnevno in manj beljakovin na kilogram telesne mase kot piščanci iz lažje linije, ter petelinčki so naložili več dušika v primerjavi z jarkicami ne glede na linijo. Nalaganje dušika in beljakovin pa se je zmanjševalo s starostjo piščancev ne glede na spol ali selekcionirano linijo. V literaturi (Holcman, 1992; Unetič, 2001) zasledimo, da se s trajanjem dvosmerne selekcije pri piščancih iz težje linije poveča in pri piščancih lažje linije zmanjša zauživanje krme. K temu pripomore telesna masa piščancev, saj večja kot je, več krme potrebujejo piščanci za vzdrževanje in prirast.

5.1.2.7 Klavne lastnosti

Holcman in sod. (1995) so v sedemnajsti generaciji pri 47 dni starih piščancih ugotovili, da imajo pri obeh selekcioniranih linijah boljši odstotek klavnosti pri pripravi trupa za raženj jarčke kot petelinčki. Pri težji liniji je bil odstotek klavnosti pri petelinčkih 86,98 % in pri jarčkih 88,87 %, pri petelinčkih lažje linije 84,85 in pri jarčkih 85,03 %. Unetič (2001) je v 25. generaciji pri 42 do 56 dni starih piščancih prišla do naslednjih zaključkov: boljšo klavnost pri pripravi trupa za raženj imajo piščanci iz težje linije v primerjavi s piščanci iz lažje linije ter, da je pri piščancih obeh linij izrazit trend povečevanja odstotka klavnosti z naraščajočo starostjo. Precej slabšo klavnost je dobil Mužic (1990) v deseti generaciji in ugotovil, da je boljši odstotek klavnosti pri sedem tednov starih petelinčkih iz težje linije (66,99 %) kot pri petelinčkih iz lažje linije (64,72 %), vendar ne navaja načina obdelave trupa. Na podlagi raziskav o klavnosti slovenski raziskovalci (Holcman in sod., 1995 v sedemnajsti generaciji in Unetič, 2001 v petindvajseti generaciji) ugotavljajo, da je boljša klavnost pri pripravi trupa za raženj v zgodnejših generacijah kot v kasnejših generacijah ter, da se s trajanjem dvosmerne selekcije povečuje pri piščancih iz težje linije delež trebušne maščobe. Pri piščancih iz lažje linije pa se je iz generacije v generacijo zmanjšal delež trebušne maščobe pri petelinčkih in povečal pri jarčkih.

Unetič (2001) v 25. generaciji ter Dunnington in Siegel (1987, 1995) v petindvajseti in triintrideseti generaciji so ugotovili, da se s starostjo piščancev ne glede na selekcionirano linijo in ne glede na spol mišičnina prsi povečuje, ter, da imajo piščanci iz težje linije večji delež mišičnine prsi od mase ohlajenega klavnega trupa kot piščanci iz lažje linije. Na začetku poskusa pri starosti 42 dni so imeli v težji liniji petelinčki 8,81 % in jarčke 8,76 %

delež mišičnine prsi od mase ohlajenega klavnega trupa, na koncu poskusa pri starosti 58 dni pa so imeli petelinčki 8,94 % in jarčke 9,31 % mišičnine prsi od mase ohlajenega klavnega trupa. Petelinčki iz lažje linije so imeli delež mišičnine prsi od mase ohlajenega klavnega trupa 7,42 % in jarčke 7,96 % pri starosti 42 dni. Pri starosti 58 dni pa so imeli petelinčki 8,53 % in jarčke 8,32 % delež mišičnine prsi od mase ohlajenega klavnega trupa (Unetič, 2001). V poskusu, ki sta ga opravila Dunnington in Siegel (1987) so imeli petelinčki pri starosti 42 dni v petindvajseti generaciji v težji liniji 13,9 % in v lažji liniji 10,5 % delež mišičnine prsi. Veliko večji delež mišičnine prsi so imeli petelinčki tako v težji kot v lažji linije pri starosti 56. dni in sicer 16,7 % v težji liniji in 16,5 % v lažji liniji. Unetič (2001) je ugotovila, da se odstotek beder od mase ohlajenega klavnega trupa pri piščancih težje linije (oba spola) ni bistveno spreminjal s starostjo živali. Pri piščancih obeh spolov iz lažje linije se je pa odstotek beder od mase ohlajenega klavnega trupa s starostjo od 42 do 58 dni starosti piščancev povečeval. Prav tako je ugotovila, da se je delež podkožne maščobe od mase ohlajenega klavnega trupa pri piščancih težje in lažje linije ter pri obeh spolih s starostjo povečeval.

Holcman in sod. (1995), Mužic (1990), Calabotta in sod. (1985), Unetič (2001), Katanbaf in sod. (1988) in Zelenka in sod. (1986) so ugotovili, da imajo piščanci iz težje linije večji odstotek trebušne maščobe kot piščanci iz lažje linije. Holcman in sod. (1995) so s poskusi potrdili, da imajo večji odstotek trebušne maščobe jarčke v primerjavi s petelinčki v obeh selekcioniranih linijah. Unetič (2001) je v 25. generaciji pri obeh spolih ugotovila, da se je tako pri piščancih iz težje linije kot pri piščancih iz lažje linije delež skupne telesne maščobe od mase ohlajenega klavnega trupa s starostjo piščancev povečeval. Večji delež telesne maščobe so imeli piščanci iz težje linije v primerjavi s piščanci iz lažje linije, ter večji odstotek so imele jarčke v primerjavi s petelinčki znotraj obeh selekcioniranih linij. Barbato in sod. (1984) so v dvaindvajseti generaciji prav tako ugotovili večji odstotek telesne maščobe pri piščancih iz težje linije v primerjavi s piščanci iz lažje linije, ne glede na način krmljenja.

5.1.2.8 Kakovost mesa

Holcman in sod. (1995) so v sedemnajsti generaciji pri 47. dnevu starosti ugotovili, da bedrna mišičnina (s kožo) piščancev iz težje linije v primerjavi z bedrno mišičnino (s kožo) piščancev iz lažje linije vsebuje manj vode (težja linija 69,9 %, lažja linija 70,1 %), beljakovin (težje linija 17,2 %, lažja linija 17,6 %) in mineralov (težja linija 0,7 %, lažja linija 0,8 %) ter več maščob (težja linija 12,7 %, lažja linija 10,9 %). Prav tako so ugotovili, da prsna mišičnina (s kožo) piščancev iz težje linije v primerjavi z prsno mišičnino (s kožo) piščancev iz lažje linije vsebuje manj vode (težja linija 71,5 %, lažja linija 72,8 %), več beljakovin (težja linija 22 %, lažja linija 21,5 %), maščob (težja linija 4,5 %, lažja linija 4,1 %) in mineralov (težja linija 1,09 %, lažja linija 1 %). Prsna mišičnina (s kožo) petelinčkov iz težje linije vsebuje več vode, beljakovin in maščob in manj pepela kot prsna mišičnina (s kožo) jarčk. Pri lažji liniji pa vsebuje prsna mišičnina (s kožo) petelinčkov več beljakovin, maščob in pepela ter manj vode kot prsna mišičnina (s kožo) jarčk.

5.1.3 Uporabnost dvosmerno selekcioniranih linij piščancev na telesno maso v molekularno genetskih raziskavah

Terčič (2004), Mozetič (2006) in Božič (2006) so na selekcijski farmi Krumperk Oddelka za zootehniko Biotehniške fakultete sodelovali v raziskavi, katere cilj je identifikacija kvantitativnih lokusov za rast in nekatere klavne lastnosti ter groba umestitev kvantitativnih lokusov za te lastnosti na genetsko karto kokoši. V raziskavo so vključili dve liniji kokoši, ki sta bili izbrani za križanje in izhajata iz dvosmernega selekcijskega poskusa. Iz vsake od dveh izhodiščnih linij so izbrali po enega starša (petelina težke linije so križali s kokošjo lahke linije) iz petindvajsete generacije dvosmerne selekcije in ju medsebojno parili in prišli do F₁ sestrške generacije. Z naključnim medsebojnim parjenjem F₁ osebkov so oblikovali F₂ generacijo, ter s postopkom naključnih parjenj nadaljevali in tako prišli do F₇ generacije. Poskus pa bodo verjetno zaključili v F₉ generaciji, zato ker naj bi zadnje generacije v poskusu (F₈ in F₉) služile za natančnejše kartiranje kvantitativnih lokusov, saj naj bi se v zadnji generacijah osredotočili le na tiste kromosomske regije, kjer je že preliminarna analiza nakazala obstoj kvantitativnih lokusov. Začetne generacije pa so

služile za grobo kartiranje kvantitativnih lokusov (odkrivanje kvantitativnih lokusov). V vseh generacijah so parjenja potekala v skladu s FSIL (angl. Full Sib Intercross Line) modelom, ki temelji na medsebojnem križanju dveh staršev in naključnem križanju njihovih potomcev skozi več generacij.

Glavni namen oblikovanja poskusnih populacij piščancev, na katerih se opravlja fenotipske meritve in genotipiziranja je, da bi se lahko rezultate poskusnih križanj (odkritje okvirnega položaja kvantitativnih lokusov in njihovo natančnejše umeščanje) uporabilo pri izvajanju na označevalce oprte selekcije v komercialnih linijah kokoši.

5.2. SKLEPI

Na podlagi pregleda in proučitve literature lahko povzamemo skupne ugotovitve slovenskih in tujih raziskovalcev:

1. Telesna masa živali je najpogostejša lastnost na katero odbirajo perutnino v dvosmernih selekcijskih poskusih.
2. Telesna masa se pri piščancih obeh spolov in obeh linij (težja in lažja linija) iz generacije v generacijo sicer spreminja, vendar se v težki liniji opazi skozi generacije trend povečevanja in v lažji liniji trend zmanjševanja telesne mase.
3. Piščanci iz težje linije imajo večje dnevne priraste kot piščanci iz lažje linije. Znotraj linij pa imajo petelinčki večje dnevne priraste v primerjavi z jarčkami.
4. S selekcijo piščancev na telesno maso povzročimo spremembe tudi na drugih lastnostih kot so: starost ob spolni zrelosti, nesnost, valilnost, fizikalne lastnosti jajc, vsebnost holesterola v jajcih, reprodukcijske lastnosti petelinov, fiziološko anatomске značilnosti, metabolične značilnosti, klavne lastnosti, lastnosti kakovosti mesa.
5. Jajca kokoši iz težje linije imajo večjo maso, temnejšo barvo lupine, večjo maso lupine, višji beljak, temneje obarvan rumenjaki in večji delež krvnih in mesnih peg v primerjavi z jajci kokoši iz lažje linije.
6. Večjo količino in vsebnost holesterola vsebujejo jajca kokoši iz težje linije v primerjavi z jajci kokoši iz lažje linije.
7. Dvosmerna selekcija vpliva na naslednje reprodukcijske lastnosti petelinov: volumen ejakulata, koncentracijo semenčic, odstotek mrtvih in patološko oblikovanih semenčic, pH semena, gibljivost semenčic in oplojenost jajc.

8. Petelini iz linije selekcionirane na manjšo telesno maso imajo večji volumen ejakulata in koncentracijo semenčic ter višjo pH vrednost semena kot petelini selekcionirani na večjo telesno maso.
9. Piščanci iz navzgor selekcionirane linije imajo večji delež prs, peruti, trebušne maščobe, jeter in daljši požiralnik ter manjši delež skupne mase srca, pljuč, črevesja, mišičnega želodca in jeter, manjši delež beder, perja, žleznega želodca, mišičnega želodca in krajše tanko črevo v razmerju s telesno maso živih piščancev kot piščanci iz navzdol selekcionirane linije.
10. Boljšo prebavljivost surovih beljakovin, surovih maščob, surovih vlaknin, neto energije snovi, organske snovi in suhe snovi imajo piščanci iz navzgor selekcionirane linije kot piščanci iz navzdol selekcionirane linije.
11. Piščanci iz navzgor selekcionirane linije imajo boljšo presnovo beljakovin in slabšo presnovo maščob ter večjo vsebnost holesterola in trigliceridov v krvni plazmi v primerjavi s piščanci iz navzdol selekcionirane linije.
12. Boljši odstotek klavnosti pri pripravi trupa za raženj imajo piščanci iz navzgor selekcionirane linije kot piščanci iz navzdol selekcionirane linije. Jarčke imajo boljši odstotek klavnosti kot petelinčki pri obeh selekcioniranih linijah.
13. Večji delež mišičnine prsi, podkožne maščobe, trebušne maščobe in telesne maščobe ter manjši delež beder v primerjavi z maso ohlajenega klavnega trupa imajo piščanci iz navzgor selekcionirane linije kot piščanci iz navzdol selekcionirane linije.
14. Bedra (s kožo) piščancev iz težje linije vsebuje manj vode, beljakovin in mineralov ter več maščob kot meso beder (s kožo) piščancev iz lažje linije.
15. Prsna mišičnina (s kožo) piščancev iz težje linije vsebuje več beljakovin, maščob in mineralov ter manj vode kot meso prs (s kožo) piščancev iz lažje linije.

16. Glavni namen uporabe dvosmerno selekcioniranih linij piščancev na telesno maso v molekularno genetskih raziskavah je, da se lahko rezultate poskusnih križanj (odkritje okvirnega položaja kvantitativnih lokusov in njihovo natančnejše umeščanje) uporabi pri izvajanju na označevalce oprte selekcije v komercialnih linijah kokoši.

Pri nekaterih lastnostih pa so nasprotujoči rezultati slovenskih in tujih raziskovalcev, na podlagi katerih lahko sklepamo, da lastnosti v preglednici 15 niso visoko korelirane s telesno maso oziroma so bolj podvržene učinkom okolja ali stopnji inbridinga, ki je lahko v težji in lažji liniji različno visok.

Preglednica 15: Nasprotujoči rezultati slovenskih in tujih raziskovalcev

| LASTNOST | Slovenski raziskovalci | Tuji raziskovalci |
|---|--|---|
| Spolna zrelost: | - <u>od 1. do 7. generacije</u> : prej spolno dozorele jarčke iz lažje linije - <u>v 31. generaciji</u> : prej spolno dozorele jarčke iz težje linije | - prej spolno dozorijo jarčke iz težje linije |
| Nesnost: | - večja nesnost kokoši iz lažje linije | - večja nesnost kokoši iz težje linije |
| Valilnost: | - večja valilnost računana na število vloženih jajc in na število oplojenih jajc pri lažji liniji | - večja valilnost računana na število oplojenih jajc pri težji liniji |
| Indeks jajčne oblike: | - večji indeks jajčne oblike pri težji liniji | - večji indeks jajčne oblike pri lažji liniji |
| Debelina jajčne lupine: | - debelejša lupina pri lažji liniji | - debelejša lupina pri težji liniji |
| Haughove enote: | - večja vrednost haughovih enot pri težji liniji | - večja vrednost haughovih enot pri lažji liniji |
| Giblјivost semenčic: | - <u>v 15. generaciji</u> : večja giblјivost semenčic pri petelinih iz lažje linije - <u>v 16. generaciji</u> : večja giblјivost semenčic pri petelinih iz težje linije | / |
| Delež mrtvih in patološko oblikovanih semenčic: | - <u>v 15. generaciji</u> : večji delež mrtvih in patološko oblikovanih semenčic pri težji liniji - <u>v 16. generaciji</u> : večji delež mrtvih in patološko oblikovanih semenčic pri lažji liniji | - večji delež mrtvih semenčic pri lažji liniji |
| Oplojenost jajc: | - <u>v 15. generaciji</u> : slabša oplojenost jajc pri težji liniji - <u>v 16. generaciji</u> : slabša oplojenost jajc pri lažji liniji | - <u>od 1. do 10. generacije</u> : slabša oplojenost jajc pri težji liniji - <u>v 15. generaciji</u> : slabša oplojenost jajc pri lažji liniji |

6 POVZETEK

Namen diplomske naloge je bil proučiti slovensko in tujo literaturo o dvosmernih selekcijskih poskusih na telesno maso piščancev. Na Oddelku za zootehniko Biotehniške fakultete izvajajo od leta 1979 dvosmerno selekcijo na telesno maso piščancev pri 56. dnevu starosti. V letu 2007 se je izvalila že 34. generacija dvosmerno selekcioniranih piščancev. Na piščancih iz teh linij (D+ in D-) je bilo opravljenih več različnih poskusov, rezultate teh poskusov smo zbrali in predstavili v tej diplomski nalogi ter jih primerjali z rezultati, ki jih navajajo tuji raziskovalci, ki so se prav tako ukvarjali z dvosmerno selekcijo na telesno maso piščancev.

Telesna masa živali je najpogostejša lastnost na katero odbirajo perutnino v dvosmernih selekcijskih poskusih. Pri dvosmerni selekciji piščancev na telesno maso selekcioniramo živali v dveh nasprotnih smereh, na linijo z večjo in linijo z manjšo telesno maso. Pri tem spremljamo razliko v srednjih vrednostih med navzgor in navzdol selekcionirano linijo, ki delujeta kot kontrola druga drugi. S selekcijo piščancev na telesno maso dosežemo napredek telesne mase v želeni smeri, istočasno s spremembo srednje vrednosti selekcionirane lastnosti pa selekcija na telesno maso piščancev povzroči spremembe tudi v drugih lastnostih, ki so s selekcionirano lastnostjo v korelaciji. Vzroka za korelacijo sta genetski in okoliški.

Telesna masa se pri piščancih obeh spolov in obeh linij (težja in lažja linija) iz generacije v generacijo spreminja ter se običajno z vsako naslednjo generacijo pri piščancih iz težje linije povečuje in pri piščancih iz lažje linije zmanjšuje.

S selekcijo piščancev na telesno maso povzročimo spremembe tudi na drugih lastnostih. V literaturi smo zasledili proučevanje naslednjih lastnosti: starost ob spolni zrelosti, nesnost, valilnost, fizikalne lastnosti jajc, vsebnost holesterola v jajcih, reprodukcijske lastnosti petelinov, fiziološko anatomske značilnosti, metabolične značilnosti, klavne lastnosti in lastnosti kakovosti mesa.

Posamezne lastnosti so raziskovalci proučevali običajno samo v eni generaciji, nekatere pa tudi v več generacijah.

Glavni namen uporabe dvosmerno selekcioniranih linij piščancev na telesno maso v molekularno genetskih raziskavah je, da se lahko rezultate poskusnih križanj (odkritje okvirnega položaja kvantitativnih lokusov in njihovo natančnejše umeščanje) uporabi pri izvajanju na označevalce oprte selekcije v komercialnih linijah kokoši.

Slovenski in tuji raziskovalci so prišli do enakih oziroma podobnih ugotovitev pri proučevanju direktnega učinka in pri večini drugih proučevanih lastnosti. Le pri nekaterih lastnostih so prišli do nasprotujočih rezultatov. To so lastnosti na katere močno vplivajo dejavniki okolja. Seveda pa na izražanje posameznih lastnosti vpliva tudi stopnja parjenja v sorodstvu, ki pa je lahko kar visoka v populacijah dvosmernih selekcijskih poskusov.

7 VIRI

- Barbato G.F., Siegel P.B., Cherry J.A., Nir I. 1984. Selection for body weight at eight weeks of age. 17. Overfeeding. *Poultry Science*, 63: 11-18
- Bell D.D. 2002. Formation of the egg. V: Commercial chicken meat and egg production. Bell D.D., Weaver, W.D. Jr. (eds.) Norwell, USA, Kluwer Academic Publishers: 59-70
- Bevc B. 1992. Vpliv dvosmerne selekcije na težo piščancev pri 56. dnevu starosti na nekatere fizikalne lastnosti jajc. Diplomsko delo. Domžale, Biotehniška fakulteta, Odd. za zootehniko: 1,18
- Božič A. 2006. Iskanje genetskih označevalcev za kvantitativne lokuse v F3 generaciji križanja med težko in lahko linijo kokoši. Diplomsko delo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Odd. za zootehniko: 22, 78-79, 81
- Bunger L., Hill W.G. 1998. Unique resources for research into growth and obesity: Mouse lines selected for growth, fatness and food intake. University of Edinburgh, Institute of cell, animal and population biology.
<http://homepages.ed.ac.uk/eang17/mice.pdf> (18. jan. 2007).
- Calabotta D.F., Cherry J.A., Siegel P.B., Jones D.E. 1985. Lipogenesis and lipolysis in fed and fasted chicks from high and low body weights lines. *Poultry Science*, 64: 700-704
- Chambers J.R. 1990. Genetics of growth and meat production in chickens. *Developments in Animal and Veterinary Sciences*. V: Poultry breeding and genetics. Crawford R.D. (ed.) Amsterdam, Elsevier: 622
- Coon C.N. 2002a. Feeding egg-type replacement pullets. V: Commercial chicken meat and egg production. Bell D.D., Weaver, W.D. Jr.(eds.) Norwell, USA, Kluwer Academic Publishers: 267-286
- Coon C.N. 2002b. Feeding commercial egg-type layers. V: Commercial chicken meat and egg production. Bell D.D., Weaver, W.D. Jr. (eds.) Norwell, USA, Kluwer Academic Publishers: 287-328
- Coon C.N. 2002c. Feeding broiler breeders. V: Commercial chicken meat and egg production. Bell D.D., Weaver, W.D. Jr. (eds.) Norwell, USA, Kluwer Academic Publishers: 329-370
- Curtis P.A., Gardner F.A., Mellor D.B. 1986. A comparison of selected quality and compositional characteristics of brown and white shell eggs. III. Composition and nutritional characteristics. *Poultry Science*, 65: 501-507

- Dunnington E.A., Siegel P.B. 1987. Selection for body weight at eight weeks of age. 18. Comparison between mature and immature pullets at the same live weight and age. Poultry Science, 66: 41-46
- Dunnington E.A., Siegel P.B. 1995. Enzyme activity and organ development in newly hatched chicks selected for high or low eight week body weight. Poultry Science, 74: 761-770
- Dunnington E.A., Siegel P.B. 1996. Long-Term Divergent Selection for Eight-Week Body Weight in White Plymouth Rock Chickens. Poultry Science, 75: 1168-1179
- Edens F.W., Van Krey H.P., Siegel P.B. 1973. Selection for body weight at eight week of age. 10. spermatozoal morphology. Poultry Science, 52: 2287-2289
- Fabijan R. 1993. Vpliv dvosmerne selekcije na maso piščancev pri 56. dnevu starosti na nekatere reprodukcijske lastnosti petelinov. Diplomsko naloga. Domžale, Biotehniška fakulteta, Odd. za zootehniko: 1, 2, 5-9, 13-15, 34-35, 43
- Flisar T. 2007. »Neobjavljeni podatki enote za perutninarstvo«. Domžale, Biotehniška fakulteta, Odd. za zootehniko, Katedra za govedorejo, reja drobnice, perutninarstvo, akvakulturo in sonaravno kmetijstvo (osebni vir, jan. 2007)
- Goodman B.L., Shealey S. 1977. The influence of divergent growth selection on egg traits. Poultry Science, 56, 1: 388-390
- Hester P.Y. 1986. Shell mineral content of morning versus afternoon eggs. Poultry Science, 65: 1821-1823
- Holcman A. 1985. Dvosmerna selekcija na težo očetovskih linij pitovnih pasem kokoši. Magistrsko delo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, VTOZD za živinorejo: 2-25, 48-49, 57-58
- Holcman A. 1986. Dvosmerna selekcija na težo piščancev. Zbornik Biotehniške fakultete Univerze Edvarda Kardelja v Ljubljani. Kmetijstvo (Živinoreja), 48: 121-167
- Holcman A. 1992. Razlike v ravnosti piščancev dveh linij iz dvosmerne selekcije na telesno maso. Zbornik Biotehniške fakultete, Univerze v Ljubljani, Kmetijstvo (Živinoreja), 60: 61-72
- Holcman A., Bevc B. 1992. Vpliv dvosmerne selekcije na maso piščancev na nekatere fizikalne lastnosti jajc. Zbornik Biotehniške fakultete, Univerze v Ljubljani, Kmetijstvo (Živinoreja), 60: 7-19
- Holcman A., Fabijan R., Kovač M. 1993. Vpliv dvosmerne selekcije na maso piščancev pri 56. dnevu starosti na nekatere reprodukcijske lastnosti petelinov. Zbornik Biotehniške fakultete, Univerze v Ljubljani, Kmetijstvo (Živinoreja), 62: 143-151

- Holcman A., Žlender B., Kmecl A. 1995. Dressing percentage and the chemical components of meat of chickens from two-way selection for body weight. Zbornik Biotehniške fakultete, Univerze v Ljubljani, Kmetijstvo (Zootehnika), Supl. 22: 219-223
- Holcman A. 1998. Nekaj poudarkov o kakovosti jajc. Sodobno kmetijstvo, 31, 8: 245-247
- Holcman A., Salobir J., Zorman-Rojs O., Kavčič S. 2004. Reja kokoši v manjših jatah. Ljubljana, Kmečki glas: 28-29, 61, 66, 100-105, 113-116, 128-129, 133-134, 141
- Intihar A. 2006. Vsebnost holesterola v jajcih treh linij kokoši. Diplomsko delo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Odd. za zootehniko: 9, 24-25, 37, 42-43, 48
- Jiang Z., Sim J.S. 1991. Egg cholesterol values in relation to the age of laying hens and to egg and yolk weights. Poultry Science, 70: 1838-1841
- Katanbaf M.N., Dunnington E.A., Siegel P.B. 1988. Allomorphic relationship from hatching to 56 days in parental lines and F1 crosses of chickens selected 27 generations for high or low body weight. Growth, Development and Aging, 52: 11-22
- Lacy M.P. 2002. Broiler management. V: Commercial chicken meat and egg production. Bell D.D., Weaver, W.D. Jr. (eds.) Norwell, USA, Kluwer Academic Publishers: 829-870
- Liu G., Dunnington E.A., Siegel P.B. 1995. Correlated responses to long-term divergent selection for eight-week body weight in chickens. Growth, sexual maturity, and egg production. Poultry Science, 74: 1259-1268
- Ločniškar F., Benčina D., Holcman A., Kmecl A. 1991. Reja perutnine - piščancev in kokoši. Knjižica za pospeševanje kmetijstva. Ljubljana, ČZP Kmečki glas: 11, 35, 100, 120
- Maloney M.A.Jr., Gilbreath J.C., Morrison R.D. 1963. Two-way selection for body weight in chickens 2. The effect of selection for body weight on other traits. Poultry Science, 42: 334-344
- Maloney M.A., Gilbreath J.C., Tierce J.F., Morrison R.D. 1967. Divergent selection for twelve-week body weight in the domestic fowl. Poultry Science, 46: 1116-1127
- Mauldin J.M. 2002. Maintaining hatching egg quality. V: Commercial chicken meat and egg production. Bell D.D., Weaver, W.D. Jr. (eds.) Norwell, USA, Kluwer Academic Publishers: 707-726
- Mignon-Grasteau S., Beaumont C., Le Bihan-Duval E., Poivey J.P., De Rochambeau H., Ricard F.H.. 1999. Genetic parameters of growth curve parameters in male and female chickens. British Poultry Science, 40: 44-51

- Mozetič D. 2006. Analiza rastnih in klavnih lastnosti v F7 generaciji križanja dvosmerno selekcioniranih linij kokoši. Diplomsko delo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Odd. Za zootehniko: 1, 2, 18, 19, 28, 39, 42
- Mužic S. 1990. Hranidbeno, fiziološko-anatomske karakteristike dviji u suprotnom smjeru selekcioniranih linija tovnih pilića. Doktorska disertacija. Zagreb, Fakultet poljoprivrednih znanosti sveučilišta u Zagrebu: 30, 53, 73-76, 81-91, 128, 139
- Ozmec T. 2003. Rastnost in klavne lastnosti piščancev v F3 generaciji pri križanju linij iz dvosmerne selekcije na telesno maso. Diplomsko delo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Odd. za zootehniko: 1, 45-46
- Pravilnik o kakovosti perutninskega mesa. Ur. l. RS št. 56-2971/01
- Reddy R. P. 1996. Symposium: The effects of Long-Term Selection on Growth of Poultry. Introduction. Poultry Science, 75: 1164-1167
- Siegel P.B. 1963. Selection of breast angle at eight eight weeks of age. 2. Correlated responses of feathering, body weights and reproductive characteristics. Poultry Science 42: 437-449
- Terčič D., Holcman A., Dorrer D., Kovač M. 1994. Reprodukcijske lastnosti petelinov po 15-ih in 16-ih generacijah dvosmerne selekcije na telesno maso piščancev. Zbornik Biotehniške fakultete, Univerza v Ljubljani, Kmetijstvo (Živinoreja), 64: 89-97
- Terčič D. 2004. Kartiranje kvantitativnih lokusov za rast pri linijah kokoši (*Gallus domesticus*) selekcioniranih na večjo oziroma manjšo telesno maso. Doktorska disertacija. Domžale, Biotehniška fakulteta, Odd. za zootehniko: 1-2, 144-147, 263
- Unetič D. 2001. Značilnosti rasti piščancev iz dvosmerne selekcije na telesno maso. Diplomsko delo. Domžale, Biotehniška fakulteta, Odd. za zootehniko: 42, 43, 45, 46, 47, 49-50, 52, 56
- Van Tijen W.F. 1985. Enclosures of blood and meat in brown and white eggs. Poultry, March, 85: 12-13
- Vaukan M. 1996. Primerjalno pitanje piščancev različnih provenienc in ocena senzoričnih lastnosti mesa. Diplomaska naloga. Domžale, Biotehniška fakulteta, Odd. za zootehniko: 8
- Wikipedia. 2006. The free encyclopedia.
http://sl.wikipedia.org/wiki/Genetska_diverziteta_v_kmetijstvu (27. okt. 2006)
- Wilson H.R., Piesco N.P., Miller E.R., Nesbeth W.G. 1979. Prediction of the fertility potential of broiler breeder males. World,s Poultry Science Journal, 35: 95-118
- Zabavnik-Cmok N. 1974. Splošna živinoreja (Biološke osnove živinoreje). Ljubljana, Državna založba Slovenije: 113-114

Zeidler G. 2002. Shell eggs and their nutritional value. V: Commercial chicken meat and egg production. Bell D.D., Weaver, W.D. Jr. (eds.) Norwell, USA, Kluwer Academic Publishers: 1109-1128

Zelenka D.J., Jones D.E., Dunnington E.A., Siegel P.B. 1987. Selection for body weight at eight weeks of age. 18. Comparison between mature and immature pullets at the same weight and age. Poultry Science, 66: 41-46

Zorko-Braun N. 1979. Perutninarstvo. Maribor, Univerza v Mariboru, Višja agronomska šola, skripta: 25, 75, 143, 145

Žlender B., Holcman A., Vadnjal R., Gašperin L. 1998. Kemijska sestava mesa piščancev različnih provenienc. Sodobno kmetijstvo, 31, 5: 255-257

ZAHVALA

Posebno zahvalo namenjam mentorici prof. dr. Antoniji Holcman, za vso pomoč in potrpežljivost pri nastajanju diplomske naloge, vse koristne nasvete ter vzpodbudo.

Prav tako se zahvaljujem recenzentu prof. dr. Simonu Horvat ter predsedniku komisije doc. dr. Silvestru Žgur za končni pregled naloge.

Hvala tudi dr. Nataši Siard za oblikovni pregled in Karmeli Malinger za pregled, ter lektoriranje angleškega dela diplomske naloge.

Zahvaljujem se tudi ga. Sabini Knehtl za njeno prijaznost in pomoč tekom študija.

Zahvala velja tudi mojim staršem, bratu, moji lepši polovici, prijateljem, kolegom in kolegicam s faksa ter znancem, ki so mi ves čas študija ter ob nastajanju diplomskega dela stali ob strani in me vzpodbujali.