

DVOLASTNOSTNI MODEL ZA VELIKOST GNEZDA PO ZAPOREDNIH PRASITVAH PRI PRAŠIČIH *

Betka LOGAR ^{a)†} in Milena KOVAČ ^{b)}

^{a)} Univ. v Ljubljani, Biotehniška fak., Odd. za zootehniko, Groblje 3, SI-1230 Domžale, Slovenija, mag.

^{b)} Isti naslov, izr. prof., dr., mag.

[†] Sedaj: Kmetijski inštitut Slovenije, Odd. za živinorejo, Hacquetova 17, SI-1000 Ljubljana, Slovenija.
e-pošta: betka.logar@kis-h2.si.

Delo je prispelo 09. novembra 2001, sprejeto 20. novembra 2001.

Received November 09, 2001, accepted November 20, 2001.

IZVLEČEK

Namen raziskave je bil iz vrednotiti genetske korelacije med velikostjo gnezda pri mladich in pri starih svinjah. Analizirali smo število rojenih in število živorojenih pujskov od prve do šeste zaporedne prasitve. Skupno je bilo vključenih 24 334 prasitev pri pasmah švedska landrace (SL) in large white (LW), liniji 12 (SL × LW) in liniji 21 (LW × SL). Z modelom živali smo ocenili visoke genetske korelacije med velikostjo gnezda pri mladich in starih svinjah tako za število rojenih (0,92) kot za število živorojenih pujskov v gnezdu (0,92), kar nam je služilo za obravnavo velikosti gnezda pri različnih zaporednih prasitvah kot ene lastnosti. Oцени heritabilitet za velikost gnezda pri mladich ter pri starih svinjah sta višji za število rojenih (0,14) kot za število živorojenih pujskov (0,12). Dobljeni rezultati nakazujejo primernost ponovljivostnega modela za selekcijo velikosti gnezda v proučevani populaciji.

Ključne besede: prašiči / reprodukcija / velikost gnezda / statistika / statistična analiza / selekcija / genetske korelacije / model živali / dvolastnostni model / ponovljivostni model

TWO TRAITS MODEL FOR LITTER SIZE OVER PARITIES IN PIGS †

ABSTRACT

The aim of the study was to estimate genetic correlations between litter size in gilts and sows for number of born and number of liveborn piglets. Total 24 334 litters of Swedish Landrace (SL), Large White (LW), and both F1 sows; line 12 (SL × LW) and line 21 (LW × SL) were included. High genetic correlations for number of born piglets (0.92) and also for number of liveborn piglets (0.92) were obtained by animal model. Due to high genetic correlations litter size across litters from 1st to 6th parity can be treated as the same trait. The estimates of heritability for litter size in gilts and sows were higher for number of born (0.14) than for number of liveborn piglets (0.12). The results confirmed the adequacy of a simple repeatability model in the selection for litter size in the population analyzed.

Key words: pigs / reproduction / litter size / statistics / statistical analysis / selection / genetic correlations / animal model / two traits model / repeatability model

* Prispevek je del magistrskega dela (zagovor 19.4.2000), mentorica izr. prof. dr. Milena Kovač.

† This paper is a part of a master of science thesis (justification 19.4.2000), supervisor assoc. prof. Milena Kovač, Ph.D.

UVOD

Pri odločitvah o najprimernejšem postopku in modelu za vrednotenje plemenske vrednosti za velikost gnezda pri prašičih so zelo pomembne informacije o genetskih korelacijah med zaporednimi prasiatvami. V literaturi najdemo precej raziskav, ki obravnavajo genetsko povezavo velikosti gnezda med zaporednimi prasiatvami. Haley in sod. (1988) poudarjajo visoko genetsko korelacijo za velikost gnezda med zaporednimi prasiatvami (blizu 1,0). Alfonso in sod. (1994) so proučevali velikost gnezda od prve do pete zaporedne prasiatve. Med pari posameznih prasiatv so z dvolastnostno analizo ugotovili visoke genetske korelacije za število živorojenih pujskov (0,70–1,00), medtem ko so bile genetske korelacije med zaporednimi prasiatvami pri večlastnostni analizi bistveno nižje (0,22–0,74). Genetske korelacije, prikazane v preglednici 1, so najnižje med prvo in drugo prasiatvijo. Hermesch (1996) ter Täubert in sod. (1998) so tudi med prvo in tretjo prasiatvijo dobili nizke genetske korelacije za število živorojenih pujskov. Korelacije med drugo in tretjo ter višjimi zaporednimi prasiatvami so višje. Kot morebitni vzrok nizkih korelacij med prvo in drugo prasiatvijo navajajo Irgang in sod. (1994) maternalni genetski vpliv, ki je bil večji pri drugi kot pri tretji ali prvi zaporedni prasiatvi. Sadek (1994) navaja, da so v raziskavi med zaporednimi prasiatvami dobili dokaj visoke genetske korelacije (v večini nad 0,56). Kljub temu predlagajo dvolastnostno analizo velikosti gnezda, saj so sistematski vplivi na velikost gnezda pri mladiceh in starih svinjah različni.

Preglednica 1. Genetske korelacije za število živorojenih pujskov med različnimi prasiatvami
Table 1. Genetic correlations for number of piglets born alive at different parities

Prasiatve / Parities	Genetske korelacije Genetic correlations	Vir Reference
1–5	0,63–0,99	Vidovič (1976)
1–3	0,67–0,98	Johansson in Kennedy (1985)
1,2	0,32–0,48	Irgang in sod. (1994)
1, 2–3	0,77–1,00	
1–6	0,60–1,00	Sadek (1994)
1,2	0,67	Rydhmer in sod. (1995)
1–2, 3	0,62, 0,61	Hermesch (1996)
2,3	0,95	
1–2, 3	0,51–0,88	Täubert in sod. (1998)
2, 3	0,81–1,00	
mladice – stare svinje gilts – sows	0,74–0,96	Fischer in sod. (1999)

V raziskavi smo želeli najprej iz vrednotiti genetske korelacije za velikost gnezda pri mladiceh in starih svinjah in s tem preveriti dvolastnostni model. Dobljeni rezultati bodo izhodišče za nadaljnje proučevanje genetskih in okoliških parametrov, potrebnih za napovedovanje plemenske vrednosti za velikost gnezda.

MATERIAL IN METODE DELA

Podatke za raziskavo smo zajeli iz podatkovne zbirke nacionalnega selekcijskega programa za prašiče za farmo Nemščak. Kot lastnosti smo obravnavali dve meri velikosti gnezda ob rojstvu: število rojenih pujskov in število živorojenih pujskov. V analize smo vključili štiri genotipe, pasmi švedska landrace (SL) in large white (LW) ter F1 križanke teh pasem, linijo 12

(SL × LW^{*}) in linijo 21 (LW × SL). Uporabili smo podatke s prasitvami v obdobju od 1. 6. 1995 do vključno 30. 6. 1998. Število svinj nekaterih genotipov je bilo pri višjih zaporednih prasitvah majhno, zato smo v analize vključili podatke od prve do šeste zaporedne prasitve. Skupno je bilo vključenih 24 334 prasitev pri 8 854 svinjah. Po vsaki izmed 8 854 svinj je bilo povprečno vključenih 2,75 opazovanj.

Svinje so v povprečju prasile 10,37 pujskov, živorojenih je bilo 9,94 pujskov (pregl. 2). Največ prasitev je bilo pri svinjah pasme švedska landrace in liniji 12. Prasitev svinj pasme large white in linije 21 je bilo precej manj, kar je glede na vlogo pasem oziroma kombinacij v selekcijskem programu tudi pričakovano. Razlike med križankami so večje kot med pasmama. Pri liniji 12 je tako 0,34 rojenih pujskov oziroma 0,21 živorojenih pujskov na gnezdo več kot pri liniji 21. Križanke so prasile vsaj pol pujska na gnezdo več kot svinje čistih pasem. V povprečju so mladice prvič prasile pri starosti 346 dni. Ob prvi prasitvi so bile mladice pasme large white več kot teden starejše od mladice drugih genotipov. Pujske so v povprečju odstavljali na 26. dan. Med genotipi skoraj ni bilo razlik v dolžini predhodne laktacije, saj je odstavljanje pujskov odvisno predvsem od tehnologije na farmi. Svinje, katerih gnezda smo proučevali, so bile uspešno pripuščene 17,09 dni po odstavitvi.

Preglednica 2. Opisne statistike za število rojenih in število živorojenih pujskov, dolžino predhodne laktacije (PL), poodstavitveni premor (PP) in starost ob prvi prasitvi po genotipih

Table 2. Descriptive statistics for number of born and liveborn piglets, age at first farrowing, previous lactation length (PL) and weaning to conception interval (WCI) by genotypes

Genotip Genotype	Št. gnezd No. of litters	Rojeni Born	Živorojeni Liveborn	Mladice Gilts	Stare svinje / Sows	
				Starost, dni Age, days	PL, dni PL, days	PP, dni WCI, days
SL [*]	10 156	9,96 ± 2,93	9,58 ± 2,94	343 ± 31	25,41 ± 4,54	18,85 ± 24,55
Linija / Line 12	9 942	10,85 ± 2,86	10,37 ± 2,84	347 ± 32	25,93 ± 4,21	16,04 ± 21,05
Linija / Line 21	1 597	10,51 ± 2,86	10,16 ± 2,81	343 ± 28	25,98 ± 4,36	17,23 ± 22,93
LW ^{**}	2 639	10,02 ± 2,92	9,55 ± 2,95	355 ± 34	25,83 ± 4,59	14,57 ± 19,66
Skupaj / Total	24 334	10,37 ± 2,93	9,94 ± 2,92	346 ± 32	25,71 ± 4,40	17,09 ± 22,56

^{*} = SL = švedska landrace / Swedish Landrace; ^{**} = LW = large white / Large White

Število prasitev od prve do šeste zaporedne prasitve pada (pregl. 3). Največja razlika je med številom prasitev mladice in prvesnic, saj drugič prasi ena petina manj živali kot prvič. Velikost gnezda se je z zaporednimi prasitvami pričakovano spreminjala. Od prve do tretje prasitve se velikost gnezda pomembno povečuje. Tako število rojenih kot živorojenih pujskov doseže vrh pri četrti ali peti zaporedni prasitvi, pri šesti prasitvi pa se že zmanjša. Prvi reprodukcijski cikel in prva laktacija predstavljata za organizem precejšnjo obremenitev, ki se kaže tudi v podaljšanem poodstavitvenem premoru pri prvesnicah, pri katerih je bil 12 dni daljši kot po tretji prasitvi. Od tretjega do šestega reprodukcijskega ciklusa so razlike v dolžini poodstavitvenega premora zelo majhne.

Svinje omenjenih genotipov so pripuščali z merjasci pasem švedska landrace, large white, pietrain, nemška landrace in linije 54. Vpliv okolja ob pripustu na kasnejšo velikost gnezda smo poimenovali sezona pripusta in jo opisali z dekadami. Svinje so bile pripuščene v 112 dekadah. Podatke, ki so bistveno odstopali od povprečja, smo izločili. Tako nismo vključili prasitev

* kot prvi je podan genotip matere / dam genotype given first

oziroma gnezd, ki jih je zaplodil neznan merjasec. Merjasce, ki so zaplodili manj kot deset gnezd, smo združili v eno skupino.

Preglednica 3. Opisne statistike za število rojenih pujskov, število živorojenih pujskov, dolžino predhodne laktacije (PL) in podstavitveni premor (PP) po zaporednih pravitvah
Table 3. Descriptive statistics for number of born and liveborn piglets, previous lactation length (PL) and weaning to conception interval (WCI) by parities

Prasitev Parity	Št. gnezd No. of litters	Rojeni pujski Born piglets	Živorojeni pujski Liveborn piglets	PL, dni PL, days	PP, dni WCI, days
1	5 973	9,13 ± 2,74	8,76 ± 2,81		
2	4 752	10,01 ± 2,79	9,74 ± 2,75	25,22 ± 5,47	25,99 ± 28,77
3	4 182	10,84 ± 2,85	10,46 ± 2,82	25,88 ± 4,03	14,03 ± 18,86
4	3 643	11,18 ± 2,84	10,69 ± 2,85	25,87 ± 3,74	14,70 ± 19,57
5	3 161	11,17 ± 2,88	10,59 ± 2,88	25,91 ± 3,97	13,54 ± 18,52
6	2 623	10,96 ± 2,87	10,29 ± 2,87	25,84 ± 4,08	13,43 ± 18,86
Skupaj Total	24 334	10,37 ± 2,93	9,94 ± 2,94	25,71 ± 4,40	17,09 ± 22,56

Pri analizi po metodi mešanega modela je pomembna tudi struktura podatkov po posameznem naključnem vplivu. Za svinje z meritvami (8 854), ki so bile potomke 3 648 mater in 128 očetov, smo v poreklo vključili tri generacije (pregl. 4).

Preglednica 4. Poreklo živali po generacijah
Table 4. Pedigree by generations

Generacija Generation	Število živali No. of animals	Število mater No. of dams	Število očetov No. of sires
1	8 854	3 648	128
2	1 751	1 110	208
3	1 222	419	166
Skupaj / Total	11 827		

Skupaj je bilo v analizo vključenih 11 827 živali, 11 425 svinj ter 402 merjasca (pregl. 5). V poreklu je bilo tudi 2 571 svinj brez podatkov za velikost gnezda, nastopajo pa le kot starši. Vsaj enega od staršev ima znanih kar 91,71 % živali.

Preglednica 5. Sestava porekla
Table 5. Pedigree structure

	Št. živali No. of animals	Znana oba starša Known parents	Znana le mati Only dam known	Znan le oče Only sire known	Znan vsaj eden od staršev Only one parent known	Neznana starša Unknown parents
Svinje / Sows	11 425	10 452	142	0	10 594	831
Merjasci / Boars	402	253	0	0	253	149
Skupaj / Total	11 827	10 705	142	0	10 847	980
%	100,00	90,51	1,20	0,00	91,71	8,29

Statistični model

Uporabili smo metodo mešanega modela (Henderson, 1973), ki je bila tudi osnova ocenjevanju parametrov disperzije po metodi omejene največje zanesljivosti (REML – Patterson in Thompson, 1971). Kot prvo lastnost smo proučevali velikost gnezda pri mladiceh (enačba [1]) in kot drugo velikost gnezda pri starih svinjah (enačba [2]). Vplivi na velikost gnezda pri mladiceh in pri starih svinjah so različni, zato smo kot sistematske vplive na velikost gnezda pri mladiceh vključili starost ob prvi prasitvi (x_1) kot kvadratno regresijo, pri starih svinjah pa smo kot linearni regresiji vključili dolžino predhodne laktacije (x_2) in podstavitveni premor (x_3). Razliko med genotipi smo ocenili s sistematskimi genetskimi parametri, kot je opisano v Logar in Kovač (2001). Pri tem smo parametre aditivni maternalni vpliv (x_4), maternalni heterozis (x_5) in aditivni vpliv stare matere (x_6) obravnavali kot neodvisne spremenljivke. Kot sistematske vplive z razredi smo v modelih obravnavali zaporedno prasitev (P), merjasca (M) kot očeta gnezda in sezono pripusta (S) kot interakcijo dekada-mesec-letu. V naključnem delu modelov za obe lastnosti smo kot genetski vpliv obravnavali aditivni genetski vpliv (a). Ocenjevali smo tudi variabilnost velikosti gnezda zaradi permanentnega okolja svinje (p).

$$y_{jkm} = B_j + S_k + b_1 x_{1km} + b_2 x_{1km}^2 + \alpha x_{4m} + \delta x_{5m} + \varphi x_{6m} + p_m + a_m + e_{jkm} \quad [1]$$

$$y_{ijkm} = P_i + B_j + S_k + b_3 x_{2ikm} + b_4 x_{3ikm} + \alpha x_{4m} + \delta x_{5m} + \varphi x_{6m} + p_m + a_m + e_{ijkm} \quad [2]$$

Simboli v modelih 1 in 2 pomenijo:

P = zaporedna prasitev	$b_1, b_2, b_3, b_4, \alpha, \delta, \varphi$ = regresijski koeficienti
B = merjasec	p = permanentno okolje svinje
S = sezona pripusta	a = aditivni genetski vpliv s sorodstvom
x_1 = starost mladic ob prasitvi	e = ostanek
x_2 = predhodna laktacija	
x_3 = podstavitveni premor	i = indeks za zaporedno prasitev
x_4 = aditivni maternalni vpliv	j = indeks za merjasca
x_5 = maternalni heterozis	k = indeks za sezono
x_6 = aditivni vpliv stare matere	m = indeks za žival

Uporabljeni model živali v matrični obliki lahko zapišemo enostavno z enačbo [3], kjer je \mathbf{y} vektor opazovanj, $\boldsymbol{\beta}$ vektor neznanih parametrov in \mathbf{X} matrika dogodkov za sistematske vplive, \mathbf{u} vektor parametrov ter \mathbf{Z} matrika dogodkov za naključne vplive, \mathbf{e} pa je vektor ostankov.

$$\mathbf{y} = \mathbf{X}\boldsymbol{\beta} + \mathbf{Z}\mathbf{u} + \mathbf{e} \quad [3]$$

Predpostavili smo v enačbi [4] prikazano strukturo pričakovanih vrednosti in v enačbah [5] do [10] prikazano strukturo kovarianc.

$$E(\mathbf{y}) = \mathbf{X}\boldsymbol{\beta}; E(\mathbf{u}) = \mathbf{0}; E(\mathbf{e}) = \mathbf{0} \quad [4]$$

$$\text{Var}(\mathbf{y}) = \mathbf{V} = \mathbf{Z}\mathbf{G}\mathbf{Z}' + \mathbf{R} \quad [5]$$

Varianco za ostanek opisuje matrika \mathbf{R} , ki je direktna vsota matrik za posamezno lastnost (\mathbf{R}_{0i}). Ostanki znotraj posamezne lastnosti so identično neodvisno in normalno porazdeljeni ($NID(0, \sigma_e^2)$). Pri dvolastnostni analizi, kjer kot prvo lastnost obravnavamo velikost gnezda pri mladiceh in drugo pri starih svinjah, obe lastnosti pri isti živali nikoli ne nastopata sočasno. Tako matriki nista nikoli polni, ampak imata eno od dveh možnih oblik (enačba [7]).

$$\mathbf{R} = \text{var}(\mathbf{e}) = \sum^{\oplus} \mathbf{R}_{0i}; \quad [6]$$

$$\mathbf{R}_{01} = \begin{bmatrix} \sigma_{e_1}^2 & 0 \\ 0 & 0 \end{bmatrix} \quad \mathbf{R}_{02} = \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 0 & \sigma_{e_2}^2 \end{bmatrix} \quad [7]$$

Matriko kovarianc za naključne vplive predstavlja \mathbf{G} . V vektor \mathbf{u} sta v našem primeru vključena naključni okoliški vpliv, permanentno okolje svinje (\mathbf{p}) ter aditivni genetski vpliv (\mathbf{a}), pogosto imenovan kar "žival".

$$\mathbf{G} = \text{Var}(\mathbf{u}) = \begin{bmatrix} \text{Var}(\mathbf{p}) & \mathbf{0} \\ \mathbf{0} & \text{Var}(\mathbf{a}) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \mathbf{I} \otimes \mathbf{G}_p & \mathbf{0} \\ \mathbf{0} & \mathbf{A} \otimes \mathbf{G}_a \end{bmatrix} \quad [8]$$

Posamezne komponente matrike \mathbf{G} , ki so reda 2×2 (dve lastnosti), lahko zapišemo kot:

$$\mathbf{G}_p = \begin{bmatrix} \sigma_{p_1}^2 & \sigma_{p_{12}} \\ \sigma_{p_{12}} & \sigma_{p_2}^2 \end{bmatrix} \quad \mathbf{G}_a = \begin{bmatrix} \sigma_{a_1}^2 & \sigma_{a_{12}} \\ \sigma_{a_{12}} & \sigma_{a_2}^2 \end{bmatrix} \quad [9]$$

Predpostavljamo, da med genetskimi in drugimi naključnimi vplivi ni kovarianc.

$$\text{cov}(\mathbf{u}, \mathbf{e}') = \mathbf{0}; \quad \text{cov}(\mathbf{a}, \mathbf{p}') = \mathbf{0} \quad [10]$$

Za ocenjevanje parametrov disperzije (kovarianc) smo uporabili algoritem Powell v programskem paketu PeRun (Kovač, 1992).

Preglednica 6. Komponente (ko)varianc za število rojenih pujskov
Table 6. Covariance components for number of piglets born

	Kovariance / Covariances		Razmerja / Ratios	
	Mladice Gilts	Stare svinje Sows	Mladice Gilts	Stare svinje Sows
Ostanek / Residual				
Mladice / Gilts	5,7926	0,0297	0,812	0,005
Stare svinje / Sows		6,0972		0,767
Aditivni genetski vpliv / Additive genetic effect				
Mladice / Gilts	0,9715	0,9442	0,136	0,915
Stare svinje / Sows		1,0960		0,138
Permanentno okolje svinje / Permanent environment effect				
Mladice / Gilts	0,3691	0,4294	0,052	0,815
Stare svinje / Sows		0,7514		0,095
Fenotipske kovariance / Phenotypic covariances				
Mladice / Gilts	7,1332	1,4033	1,000	0,186
Stare svinje / Sows		7,9446		1,000

REZULTATI IN RAZPRAVA

Izvednotili smo komponente (ko)varianc za velikost gnezda pri prvi in ostalih zaporednih pravitvah za število rojenih in živorojenih pujskov v gnezdu. Posamezne komponente varianc in kovarianc se med lastnostma bistveno ne razlikujejo (pregl. 6 in 7). Fenotipska varianca je največja za število živorojenih pujskov pri mladicah, kar je posledica večje variance ostanka. Fenotipske korelacije med velikostjo gnezda pri mladicah in starih svinjah, 0,19 za rojene (pregl. 6) in 0,18 za živorojene pujske (pregl. 7), kažejo zelo šibko fenotipsko povezanost med

lastnostma. Z vplivom permanentno okolje svinje smo pri obeh lastnostih pojasnili le majhen delež celotne fenotipske variabilnosti, pričakovano več pri starih svinjah kot pri mladica. Ocene heritabilitet pri mladica in starih svinjah se skoraj ne razlikujejo in so višje za število rojenih (0,14) kot za število živorojenih pujskov (0,12). Dobljene ocene heritabilitet so nekoliko višje, kot povzemata Rothschild in Bidanel (1998), kjer so ocene heritabilitet v različnih študijah za število živorojenih pujskov v povprečju okrog 0,09 in nekoliko višje za število rojenih pujskov (0,11).

Oceni genetskih korelacij za velikost gnezda pri prvi in ostalih zaporednih prasitvah sta zelo visoki, 0,915 za rojene in 0,918 za živorojene pujske, kar potrjuje močno genetsko povezanost med velikostjo gnezda pri mladica in starih svinjah.

Preglednica 7. Komponente (ko)varianc za število živorojenih pujskov
Table 7. Covariance components for number of piglets born alive

	Kovariance / Covariances		Razmerja / Ratios	
	Mladice Gilts	Stare svinje Sows	Mladice Gilts	Stare svinje Sows
Ostane / Residual				
Mladice / Gilts	6,2420	0,0300	0,821	0,005
Stare svinje / Sows		6,1940		0,787
Aditivni genetski vpliv / Additive genetic effect				
Mladice / Gilts	0,8981	0,8306	0,118	0,918
Stare svinje / Sows		0,9108		0,116
Permanentno okolje svinje / Permanent environment effect				
Mladice / Gilts	0,4602	0,5302	0,061	0,893
Stare svinje / Sows		0,7668		0,097
Fenotipske kovariance / Phenotypic covariances				
Mladice / Gilts	7,6003	1,3908	1,000	0,180
Stare svinje / Sows		7,8716		1,000

Visoke genetske korelacije potrjujejo, da je velikost gnezda po zaporednih prasitvah pod isto genetsko kontrolo, torej ena lastnost s ponovljenimi opazovanji. Visoka genetska korelacija je tudi osnova za obravnavo velikosti gnezda pri različnih zaporednih prasitvah kot ene lastnosti (Haley in sod., 1988), ko jo lahko vrednotimo s t.i. ponovljivostnim modelom. Pri visokih genetskih korelacijah enolastnostna analiza ni le računsko enostavnejša, ampak je upravičena tudi s stališča ocenjevanja in napovedovanja parametrov (Alfonso in Noguera, 1995, nv. Alfonso in sod., 1997). Alfonso (1995, nv. Alfonso in sod., 1997) trdi, da rešitve sistema enačb pri večlastnostni analizi predstavljajo le lokalni maksimum funkcije zanesljivosti. Nizke genetske korelacije med pari prasitev v večlastnostni analizi velikosti gnezda ob rojstvu so tako le ene izmed možnih rešitev po metodi REML (Alfonso in sod., 1997). Ko postanejo lastnosti med seboj linearno odvisne in je sistem enačb mešanega modela večji ter postaja funkcija zanesljivosti zaradi ocenjevanja velikega števila parametrov čedalje bolj položna, je iskanje optimuma z numeričnimi algoritmi oteženo (Misztal, 1994). Tako se lahko zgodi, da večlastnostna analiza ni zanesljiva (Groeneveld in Kovač, 1990b; Spilke in Groeneveld, 1994). Numerične težave pri obravnavi velikosti gnezda po zaporednih prasitvah so se predvsem pri poznejših zaporednih prasitvah pojavljale tudi v Sadekovi (1994) raziskavi, kjer se ocene genetskih korelacij med posameznim pari prasitev precej spreminjajo. Mnenja o najprimernejšem obravnavanju velikosti gnezda pri prašičih si tudi nasprotujejo. Tako so v raziskavah z nizkimi ocenami genetskih korelacij med zaporednimi prasitvami avtorji bolj

naklonjeni dvo ali večlastnostni analizi velikosti gnezda. Zaradi različnih sistematskih vplivov na zaporedne prasiatve pa Fischer in sod. (1999) ter Sadek (1994), kljub visokim genetskim korelacijam, predlagajo ločeno obravnavo mladic in starih svinj. Vzrok takemu predlogu so različni vplivi na velikost gnezd mladic in starih svinj. S programom, ki bi omogočal, da za velikost gnezda uporabimo različna modela, pa bi bilo mogoče opraviti celo enolastnostno analizo.

Podobno kot visoke genetske korelacije med zaporednimi prasiatvami, ki so jih dobili Schaeffer (1993), Sadek (1994), Alfonso in Noguera (1995), Alfonso in sod. (1997), Crump in sod. (1997), Fischer in sod. (1999), tudi naši rezultati potrjujejo obravnavo velikosti gnezda pri zaporednih prasiatvah kot ene lastnosti in tako predstavljajo osnovo za nadaljnje proučevanje vrednotenja velikosti gnezda pri selekciji prašičev v slovenskih razmerah.

SKLEPI

Oceni genetskih korelacij za obe lastnosti (0,915 za rojene in 0,918 za živorojene pujske) potrjujeta močno genetsko povezanost med velikostjo gnezda pri mladicah in pri starih svinjah. Na osnovi visokih genetskih korelacij sklepamo, da je velikost gnezda po zaporednih prasiatvah pod isto genetsko kontrolo, torej ena lastnost s ponovljenimi opazovanji, ki jo lahko vrednotimo z enolastnostno analizo in t.i. ponovljivostnim modelom. Dobljeni rezultati potrjujejo obravnavo velikosti gnezda pri zaporednih prasiatvah kot ene lastnosti tudi v slovenskih razmerah in so tako dobra osnova za nadaljnje proučevanje vrednotenja velikosti gnezda pri selekciji prašičev.

SUMMARY

Covariance components for litter size in gilts and sows were obtained for number of born and number of liveborn piglets. The data for four genotypes, two breeds Swedish Landrace (SL) and Large White (LW), and two crossbreeds line 12 (SL × LW) and line 21 (LW × SL) were analysed. Total 24 334 parities in 8 854 sows from first to sixth parity between 1995 and 1998 were included. Fixed part of the statistical model consisted of independent variables: differences between genotypes in terms of genetic parameters (additive maternal, additive grandmaternal effect and maternal heterosis), age at first farrowing for gilts, lactation length and weaning to conception interval for sows. In addition, service boar, parity and season of insemination were treated as fixed effects with levels. Additive genetic effect and permanent environmental effect of the sow were considered random. Covariance components were estimated by REML and animal model. High genetic correlations between litter size in gilts and sows were estimated for number of born piglets (0.92) as well as for number of liveborn piglets (0.92). Phenotypic correlations were rather low, 0.19 for number of born piglets and 0.18 for number of liveborn piglets. Heritability estimates for litter size in gilts and in sows were higher for number of born piglets (0.14) than for liveborn piglets (0.12). High genetic correlations indicate strong genetic ties between litter size in gilts and sows. Due to high genetic correlations, litter size across all available parities could be treated as the same trait. These results confirm the adequacy of a simple repeatability model in selection for litter size in Slovenia.

VIRI

- Alfonso, L./ Noguera, J.L. Choice of genetic model for evaluating litter size in pigs. V: Book of Abstracts of the 46th Annual meeting of the EAAP, Praga, 1995-09-04/07. Wageningen, Wageningen Pers, (1995), 59.
- Alfonso, L./ Noguera, J.L./ Babot, D./ Estany, J. Estimation of genetic parameters for litter size at different parities in pigs. *Livestock Production Science*, 47(1997), 149–156.

- Alfonso, L./ Noguera, J.L./ Babot, D./ Estany, J. Selection for litter size using a multivariate animal model. V: Proceedings of the 5th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, Guelph, 1994-08-07/12. Guelph, Organizing Committee of the 5th WCGALP, 17(1994), 347–350.
- Crump, R.E./ Haley, C.S./ Thompson, R./ Mercer, J. Individual animal model estimates of genetic parameters for reproduction of Landrace pigs performance tested in a commercial nucleus herd. *Animal Science*, 65(1997), 285–290.
- Fischer, von R./ Spilke, J./ Lengerken, von G. Einbeziehung von Fruchtbarkeitsleistungen in die Zuchtwertschätzung beim Schwein: 1. Berücksichtigung aufeinanderfolgender Wurfleistungen einer Sau. *Züchtungskunde*, 71(1999), 196–208.
- Groeneveld, E./ Kovač, M. A note on multiple solution in multivariate restricted maximum likelihood covariance component estimation. *Journal of Dairy Science*, 73(1990), 2221–2229.
- Haley, C.S./ Avalos, E./ Smith, C. Selection for litter size in the pig. *Animal Breeding Abstracts*, 56(1988)5, 317–332.
- Henderson, C.R. Sire evaluation and genetic trends. V: Proceedings of the animal breeding genetics symposium in honour of dr. Jay L. Lush, Blacksburg, 1972-07-29. Urbana, American Society of Animal Science and the American Dairy Science Association, (1973), 10–28.
- Hermesch, S. Genetic parameters for lean meat yield, meat quality, reproduction and feed efficiency traits for Australian pigs. Ph.D. thesis. Armidale, University of New England, (1996), 209 str.
- Irgang, R./ Favero, J.A./ Kennedy, B.W. Genetic parameters for litter size of different parities in Duroc, Landrace, and Large White sows. *Journal of Animal Science*, 72(1994), 2237–2246.
- Johansson, K./ Kennedy, W.B. Estimation of genetic parameters for reproductive traits in pigs. *Acta Agriculturae Scandinavica*, 35(1985), 421.
- Kovač, M. Derivative free methods in covariance components estimation. Ph.D. thesis. Urbana, University of Illinois, (1992), 147 str.
- Logar, B./ Kovač, M. Ocenjevanje parametrov križanja za velikost gnezda pri prašičih. *Zb. Bioteh. Fak. Univ. Ljubl., Kmet. Zooteh.*, 78(2001)1, 31–47.
- Misztal, I. Comparison of software packages in animal breeding. V: Proceedings of the 5th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, Guelph, 1994-08-07/12. Guelph, Organizing Committee of the 5th WCGALP, 22(1994), 3–10.
- Patterson, H.D./ Thompson, R. Recovery of inter-block information when block size are unequal. *Biometrika*, 58(1971), 545–554.
- Rothschild, M.J./ Bidanel, J.P. Biology and genetics of reproduction. V: The genetics of the pig (Eds.: Ruvinsky, M. J./ Rothschild, A.). Oxon, CAB International, (1998) 313–343.
- Rydhmer, L./ Lundheim, N./ Johansson, K. Genetic parameters for reproduction traits in sows and relationship to performance-test measurements. *Journal of Animal Breeding and Genetics*, 112(1995), 33–42.
- Sadek, K. Napoved plemenske vrednosti za velikost gnezda pri prašičih. Diplomsko naloga. Ljubljana, Univ. v Ljubljani, Biotehniška fak., Odd. za zootehniko, 1994, 51 str.
- Schaeffer, L.R. Within-herd evaluation of sow reproductive traits. *Canadian Journal of Animal Science*, 73(1993), 223–230.
- Spilke, J./ Groeneveld, E. Comparison of four multivariate REML (co)variance component estimation packages. V: Proceedings of the 5th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, Guelph, 1994-08-07/12. Guelph, Organizing Committee of the 5th WCGALP, 22(1994), 11–14.
- Täubert, H./ Brandt, H./ Glodek, P. Estimation of genetic parameters for farrowing traits in purebred and crossbred sows and estimation of their genetic relationship. V: Proceedings of the 6th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, Armidale, 1998-01-11/16. Armidale, Organizing Committee of the 6th WCGALP, 23(1998), 579–582.
- Vidovič, V. Comparison of estimation of genetic parameters for reproductive characteristics of pig mated in pure breed and crossed. Ph.D. thesis. Ljubljana, Univ. v Ljubljani, Biotehniška fak., Odd. za živilorejo, (1976), 108 str.