

Utjecaj uzgoja u srodstvu na veličinu legla romanovske ovce

Ante KASAP¹, Marija ŠPEHAR², Boro MIOČ¹, Zdravko BARAĆ²

¹Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet, Svetošimunska cesta 25, 10000 Zagreb, Hrvatska (e-mail: akasap@agr.hr)

²Hrvatska poljoprivredna agencija, Ilica 101, 10000 Zagreb, Hrvatska

Sažetak

Cilj istraživanja je bio procijeniti utjecaj uzgoja u srodstvu (inbridinga) na veličinu legla romanovske ovce korištenjem mješovitog animal modela s ponovljenim fenotipskim mjerenjima. Temeljem dostupnih podataka iz rodovnika utvrđeno je da je od ukupno 4097 ovaca s proizvodnim podacima, njih 415 bilo uzgojeno u srodstvu. Prosječni koeficijent uzgoja u srodstvu populacije je bio 0,018, a jedinki uzgojenih u srodstvu 0,19 ($F_{\min} = 0,015$, $F_{\max} = 0,4375$). Procijenjeni koeficijent regresije veličine legla na koeficijent uzgoja u srodstvu je bio -0,051 i nije bio statistički značajan ($P > 0,05$).

Ključne riječi: ovca, romanovska, veličina legla, uzgoj u srodstvu

Uvod

Romanovsku pasminu (ovcu) odlikuju učestala višebrojna legla, rana spolna zrelost i van-sezonska pojavnost estrusa što ju čini najplodnijom pasminom ovaca na svijetu. U Republici Hrvatskoj je uzgojno-seleksijskim radom obuhvaćeno 40 stada i 2059 grla romanovske pasmine (HPA, 2018). Zbog natprosječno visoke plodnosti romanovska ovca je uzgajivačima vrlo primamljiva, kako za uzgoj u čistoj krvi tako i za različita križanja. Križanjem romanovske ovce s različitim lokalnim pasminama dobro prilagođenim klimatsko-vegetacijskim uvjetima nekog podneblja nastale su određene suvremene pasmine ovaca visoke plodnosti poput oplemenjene jezersko-solčavske ovce (Cividini i sur., 2015). Prosječna veličina legla uzgojno valjane populacije romanovske ovce u Hrvatskoj je 1,89 što je još uvijek relativno nizak prosjek za ovu pasminu u svjetskim okvirima (u usporedbi s npr. Češkom (2,49; Schmidova i sur., 2014) i Španjolskom (2,34; Maria i Ascaso, 1999) populacijom romanovske ovce. Parenje natprosječno srodnih jedinki u nekoj populaciji naziva se uzgoj u srodstvu i ova je praksa gotovo neizbježna u nekoj mjeri u svakom „uzgoju u čistoj krvi“, a poglavito u manjim populacijama. Pad plodnosti, vitalnosti, otpornosti na bolesti i proizvodne učinkovitosti jedinki u nekoj populaciji uslijed višeg stupnja uzgoja u srodstvu u stručnoj i znanstvenoj terminologiji je poznat pod nazivom inbriding depresija. Ova pojava je zapravo posljedica višeg stupnja homozigotnosti jedinki uzgojenih u srodstvu i u osnovi ima obrnuto djelovanje od heterozis učinka koji se pojavljuje uslijed većeg stupnja heterozigotnosti. Cilj ovog istraživanja je bio utvrditi u kojoj mjeri stupanj uzgoja u srodstvu utječe na veličinu legla romanovskih ovaca u Republici Hrvatskoj korištenjem metodologije mješovitog animal modela.

Materijali i metode

Fenotipski zapisi o broj janjadi u leglu, dobi ovaca pri janjenju, redosljed u sezoni janjenja te pripadnosti određenom stadu uzgojno valjanih ovaca ojanjenih u razdoblju između 1995. i 2012. godine preuzeti su iz baze podataka Hrvatske poljoprivredne agencije (HPA). Iz osnovnog seta podataka su obrisani podaci koji su pripadali stadima u kojima je bilo manje od 10 janjenja godišnje pa su u finalnoj statističkoj analizi korišteni podaci prikupljeni od ukupno 4097 ovaca i 10723 janjenja. Legla s više od 3 janjeta i janjenja s rednim brojem većim od 5 su pri inferencijalnoj statističkoj analizi postavljeni na vrijednosti 3+ i 5+. Nakon isključivanja neinformativnih jedinki iz rodovnika, konstruiran je pedigree s ukupno 4272 jedinki. Priprema podataka za statističku analizu, deskriptivna statistička analiza i preliminarna inferencijalna statistička analiza provedeni su korištenjem nekoliko različitih procedura programa SAS

(SAS, 2004). Koeficijenti inbridinga izračunati su programom CFC (Sargolzaei i sur., 2006). Komponente varijance su procijenjene korištenjem programa VCE (Groeneveld i sur., 2008) REML metodom (eng. restricted maximum likelihood method), a procjena učinaka fiksnih i slučajnih utjecaja u modelu istim programom korištenjem BLUE i BLUP metoda u istom koraku. Dob ovaca pri janjenju, redosljed janjenja, koeficijent uzgoja u srodstvu i sezona su uklopljeni u fiksni, a aditivni genetski učinak, stado i permanentni utjecaj jedinke u slučajni dio statističkog modela. Dob ovaca pri janjenju je modelirana kvadratnom regresijom unutar rednog broja janjenja. Matrični zapis

modela je: $\mathbf{y} = \mathbf{K} + \mathbf{Z}_s \mathbf{s} + \mathbf{Z}_p \mathbf{p} + \mathbf{Z}_a \mathbf{a} + \mathbf{e}$. Pritom je: \mathbf{y} je vektor fenotipskih vrijednosti za veličinu legla; \mathbf{b} je vektor nepoznatih parametara fiksnih utjecaja u modelu; \mathbf{s} , \mathbf{p} , i \mathbf{a} su vektori nepoznatih parametara slučajnih učinaka (stado, permanentni (ne-genetski) učinci i aditivni genetski učinci); \mathbf{e} je vektor neprotumačenih učinaka. Matrica \mathbf{X} povezuje fenotipske podatke se fiksnim, a matrice \mathbf{Z}_s , \mathbf{Z}_p , i \mathbf{Z}_a se slučajnim učincima u modelu. Pretpostavke modela su: $E(\mathbf{y}) = \mathbf{K}$, $\mathbf{s} | \mathbf{S} \sim N(\mathbf{0}, \mathbf{S})$, $\mathbf{p} | \mathbf{P} \sim N(\mathbf{0}, \mathbf{P})$, $\mathbf{a} | \mathbf{G} \sim N(\mathbf{0}, \mathbf{G})$, $\mathbf{e} | \mathbf{R} \sim N(\mathbf{0}, \mathbf{R})$, pri čemu

je: $\mathbf{S} = \mathbf{I}\sigma_s^2$, $\mathbf{P} = \mathbf{I}\sigma_p^2$, $\mathbf{G} = \mathbf{A}\sigma_a^2$, $\mathbf{R} = \mathbf{I}\sigma_e^2$. \mathbf{A} je matrica srodstva konstruirana korištenjem svih raspoloživih genetskih veza u porijeklu; \mathbf{I} je identička matrica, a σ_s^2 , σ_a^2 , σ_a^2 , σ_e^2 , su komponente varijance za utjecaj stada, permanentne učinke životinja, aditivne genetske učinke životinja i neprotumačene slučajne učinke.

Rezultati i rasprava

Iz rezultata deskriptivne statističke analize (Tablica 1) je vidljiv porast prosječne veličine legla s povećanjem rednog broja janjenja što je u skladu s rezultatima brojnih istraživanja usmjerenih na veličinu legla (Škorput i sur., 2011). Inbridirani dio populacije imao je neznatno veću prosječnu veličinu legla i neznatno drugačiju dinamiku promjene veličine legla u odnosu na redni broj janjenja (vrh u trećem janjenju). Analizom poznatih rodbinskih veza jedinke je utvrđeno kako je oko 10 % istraživane populacije uzgojeno u srodstvu (Tablica 2). Prosječni utvrđeni koeficijent uzgoja u srodstvu (F) je bio 0,018 (1,8 %), a inbridiranih jedinke 0,19 (19 %). Budući da je za jedinke kojima su nepoznati preci u matrici srodstva međusobni stupanj srodstva postavljen na 0, a on je osnova za izračun koeficijenta uzgoja u srodstvu, može se pretpostaviti kako je pravi stupanj srodstva u ovoj populaciji još i veći. Visok prosječni koeficijent uzgoja u srodstvu inbridiranog dijela populacije ukazuje na nerijetko sparivanje najbližih srodnika (roditelja i djece te braće i sestara). Maksimalni utvrđeni koeficijent uzgoja u srodstvu od 0,4375 svjedoči o slučajevima prakticiranja intenzivnog uzgoja u srodstvu uzastopno kroz nekoliko generacija jer je jedino tako moguće postići tako visok stupanj uzgoja u srodstvu neke jedinke. Iz Tablice 3 u kojoj je prikazan prosječni stupanj uzgoja u srodstvu klasifikacijom po godini rođenja jedinke u rodovniku vidljivo je kako je najviše jedinke u srodstvu bilo uzgojeno u 2003. i 2004. godini što se odrazilo i na visok prosjek koeficijenta uzgoja u srodstvu (F) tih godina.

Tablica 1. Deskriptivni statistički pokazatelji istraživanog uzorka klasificirani na osnovi rednog broja janjenja i stupnja uzgoja u srodstvu

| Redni broj janjenja | ukupno | | | F=0 | | | F>0 | | |
|---------------------|--------|-----------|------|------|-----------|------|------|-----------|------|
| | n | \bar{X} | sd | n | \bar{X} | sd | n | \bar{X} | sd |
| 1 | 3446 | 1,35 | 0,55 | 3075 | 1,35 | 0,56 | 371 | 1,36 | 0,55 |
| 2 | 1962 | 1,55 | 0,64 | 1746 | 1,55 | 0,64 | 216 | 1,59 | 0,66 |
| 3 | 1405 | 1,65 | 0,69 | 1243 | 1,64 | 0,69 | 162 | 1,73 | 0,71 |
| 4 | 1007 | 1,69 | 0,68 | 852 | 1,68 | 0,68 | 155 | 1,72 | 0,67 |
| 5+ | 2457 | 1,68 | 0,69 | 2087 | 1,67 | 0,69 | 370 | 1,72 | 0,70 |
| ukupno | 10277 | 1,54 | 0,65 | 9003 | 1,53 | 0,65 | 1274 | 1,59 | 0,67 |

n = broj; sd = standardna devijacija; \bar{X} = prosjek; F = koeficijent uzgoja u srodstvu

Tablica 2. Struktura analizirane populacije temeljem podataka iz rodovnika

| | |
|---|-----------|
| Broj jedinki u rodovniku | 4349 |
| Broj jedinki u baznoj populaciji (jedinke bez poznatih predaka) | 423 |
| Broj jedinki s oba poznata roditelja | 3758 |
| Broj inbridiranih jedinki | 415 |
| Prosječni koeficijent inbridinga (F) | 0,0183411 |
| Prosječni koeficijent inbridinga (F) inbridiranih jedinki | 0,192206 |
| Minimalni koeficijent inbridinga (F) | 0,015625 |
| Maksimalni koeficijent inbridinga (F) | 0,4375 |

Rezultati preliminarnе statističke analize s nekoliko različitih varijanti ANCOVA modela implicirali su postojanje blage inbriding depresije u ovoj populaciji što je zatim preciznije istraženo mješovitim animal modelom s ponovljenim mjerenjima. Ovakvim analitičkim pristupom se nastojalo osigurati što vjerodostojniju procjenu istraživanog utjecaja uvažavajući pritom sve dostupne sustavne i nesustavne izvore fenotipske varijabilnosti. Procijenjeni heritabilitet od 0,06 ukazuje na to da oko 6% ukupne fenotipske varijabilnosti ove populacije proizlazi iz aditivnih genetskih učinaka što je manje-više u skladu s rezultatima istraživanja provedenih na različitim pasminama ovaca (Maxa i sur., 2007; Škorput i sur., 2011; Mohammadi i sur., 2012; Schmidova i sur., 2014). Procijenjeni utjecaj inbridinga na veličinu legla ove populacije je bio beznačajan i u praktičnom i u statističkom smislu ($P > 0,05$). Procijenjeni koeficijent regresije veličine legla na koeficijent inbridinga je bio -0,051 za koeficijent na skali od 0-1, odnosno -0,00051 na skali od 1 do 100%.

Publicirani rezultati istraživanja u kontekstu ove problematike su vrlo heterogeni. Uz istraživanja u kojima nije utvrđen utjecaj inbridinga na veličinu legla (Rzewuska i sur., 2005) ima onih s utvrđenom inbriding depresijom (Selvaggi i sur., 2010, Vostry i sur., 2018) ali i onih suprotnog predznaka (Yavarifard i sur., 2016). Ove razlike u dobivenim rezultatima prilikom izučavanja istog utjecaja proizlaze iz različitih analitičkih pristupa te iz različitog genetskog sastava istraživanih populacija. Poznato je da prakticiranje uzgoja u srodstvu povećava homozigotnost na većem broju genskih lokusa u genomu, što se pak može različito odraziti na fenotip ovisno o genetskoj strukturi populacije. Ne preporučujemo generalizaciju utjecaja inbridinga na veličinu legla temeljem dobivenih rezultata ali smatramo da dovoljno vjerodostojno opisuju njegov smjer i intenzitet u ovoj populaciji. Unatoč postojanja zanemarive inbriding depresije na veličinu legla, savjetujemo ne prakticiranje uzgoja u srodstvu gdje god je to moguće svjesni činjenice da povećava šansu pojavnosti genetski predodređenih kongenitalnih osobina uslijed višeg stupnja homozigotnosti.

Tablica 3. Stupanj uzgoja u srodstvu istraživane populacije ovaca klasificiran po godini rođenja jedinki

| Godina | F (sve jedinke) | | | F (inbridirane jedinke) | | |
|--------|-----------------|-----------|------|-------------------------|-----------|------|
| | n | \bar{X} | sd | n | \bar{X} | sd |
| 2000 | 193 | 0,05 | 0,10 | 41 | 0,23 | 0,07 |
| 2001 | 133 | 0,02 | 0,07 | 12 | 0,21 | 0,11 |
| 2002 | 352 | 0,04 | 0,09 | 75 | 0,19 | 0,08 |
| 2003 | 382 | 0,04 | 0,09 | 81 | 0,18 | 0,09 |
| 2004 | 296 | 0,02 | 0,05 | 44 | 0,11 | 0,10 |
| 2005 | 183 | 0,01 | 0,04 | 12 | 0,14 | 0,07 |
| 2006 | 249 | 0,02 | 0,05 | 22 | 0,17 | 0,08 |
| 2007 | 560 | 0,01 | 0,06 | 37 | 0,20 | 0,09 |
| 2008 | 700 | 0,02 | 0,06 | 45 | 0,24 | 0,10 |
| 2009 | 534 | 0,01 | 0,05 | 27 | 0,24 | 0,04 |

N = broj; *sd* = standardna devijacija; \bar{X} = prosjek; *F* = koeficijent uzgoja u srodstvu

Zaključak

Rezultati istraživanja upućuju na to da uzgoj u srodstvu ne utječe značajno na veličinu legla romanovskih ovaca uzgajanih u Republici Hrvatskoj. Generaliziranje ovog utjecaja na veličinu legla pa i na neka druga svojstva nije preporučljivo zbog činjenice kako uzgoj u srodstvu može imati različiti smjer i intenzitet djelovanja ovisno o genetskom sastavu populacije.

Literatura

- Cividini A., Birtič D., Bojkovski D., Čepon M., Drašler D., Gorjanc G., Kastelic M., Klopčič M., Kompan D., Komprej A., Krsnik J., Potočnik K., Simčič M., Zajc P., Žan Lotrič M. (2015). Rejski program za oplemenjeno jezersko-solčavsko pasmo. Domžale, Oddelek za zootehniku, Biotehniška fakulteta str. 75.
- Groeneveld E., Kovac M., Mielenz, N. (2008). VCE 6, Users guide and reference manual, Version 6.0.
- HPA (2018). Godišnje izvješće o uzgoju ovaca, koza i malih životinja za 2017. godinu. Križevci, Hrvatska poljoprivredna agencija str. 156.
- Maria G.A., Ascaso M.S. (1999). Litter size, lambing interval and lamb mortality of Salz, Rasa Aragonesa, Romanov and F1 ewes on accelerated lambing management. *Small Ruminant Research* 32:167-172.
- Maxa J., Norberg E., Berg P., Pedersen J. (2007). Genetic parameters for growth traits and litter size in Danish Texel, Shropshire, Oxford Down and Suffolk. *Small Ruminant Research* 68:312-317.
- Mohammadi H., Shahrabak M.M., Shahrabak H.M., Vatankhah M. (2012). Estimation of genetic parameters of reproductive traits in Zandi sheep using linear and threshold models. *Czech Journal of Animal Science* 57:382-388.
- Rzewuska K., Klewicz J., Martyniuk E. (2005). Effect of inbred on reproduction and body weight of sheep in a closed Booroola flock. *Animal Science Papers and Reports* 23:237-247.
- SAS Inst. Inc. 2004. The SAS System for Windows, Release 9.1.3. Cary, NC.
- Schmidova J., Milerski M., Svitakova A., Vostry L., Novotna A. (2014). Estimation of genetic parameters for litter size in Charollais, Romney, Merinolandschaf, Romanov, Suffolk, Šumava

- and Texel breeds of sheep. *Small Ruminant Research* 119:33-38.
- Sargolzaei M., Iwaisaki H., Colleau J.J. (2006): CFC: A tool for monitoring genetic diversity. In proceedings of *8th World Congress of Genetics Applied to Livestock Production*, 27-28. Belo Horizonte, Minas Gerais, Brazil, Instituto Prociência.
- Selvaggi M., Dario C., Peretti V., Ciotola F., Carnicella D., Dario M. (2010) Inbreeding depression in Leccese sheep. *Small Ruminant Research* 89:42–46.
- Škorput D., Kasap A., Gorjanc G. (2011). Estimation of variance components for litter size in the first and later parities in improved Jezersko-Solcava sheep. *Agriculturae Conspectus Scientificus* 76:337-340.
- Vostry L., Milerski M., Schmidova J., Vostra-Vydrova H. (2018) Genetic diversity and effect of inbreeding on litter size of the Romanov sheep. *Small Ruminant Research* 168:25-31. Raspoloživo: <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2018.09.004>.
- Yavarifard R., Ghavi Hossein-Zadeh N., Shadparvar, A.A. (2016). Inbreeding Effects on Reproductive Traits of Mehraban Sheep. *Agriculturae Conspectus Scientificus* 81:43-48.

The impact of inbreeding on the litter size in Romanov ewes

Abstract

The aim of the study was to examine the impact of inbreeding on the litter size in the population of Romanov breed using the animal repeatability model. Pedigree analysis revealed that among 4097 phenotyped ewes, 415 were inbred. The average coefficients of inbreeding in whole and inbred part of the population were 0.018 and 0.19, respectively ($F_{\min} = 0.015$, $F_{\max} = 0.4375$). The estimated inbreeding depression, i.e. regression of the litter size on the coefficient of inbreeding was -0.051 but it was found to be statistically insignificant ($P > 0.05$).

Key words: sheep, Romanov sheep, litter size, inbreeding