

**OPTIMALNI MODELI ZAŠTITE HRVATSKIH PASMINA
DOMAĆIH ŽIVOTINJA****M. Ernoić, M. Posavi, D. Vincek****Sažetak**

Danas, u doba preispitivanja industrijske high input, high output tehnologije uzgoja i držanja, koja u sebi nosi brojne opasnosti i moralne dvojbe, velika prilika pruža se za ponovno širenje starih domaćih pasmina. Vrlo visoka prilagodbenost na postojeće okolišne uvjete, otpornost i skromnost glede držanja, hranidbe i njege, daje našim izvornim pasminama prednost u uvjetima ekstenzivne, organske proizvodnje. Takvu biološku proizvodnju treba prvenstveno planirati u područjima gdje intenzivna poljoprivreda nije moguća (dio Zagorja i Posavine- Lonjsko i Odransko polje, Kordun, Lika, Gorski kotar, Istra, Dalmatinska zagora). Veći dio ovih regija nikada nije bio industrijski i poljoprivredno intenzivnije iskorištavan, pa predstavljaju ekološki nezagađena područja, tzv. djevičanska tla, što moraju i ostati. Vlada Republike Hrvatske potiče držanje lokalno adaptiranih pasmina u njihovom prirodnom okolišu isplatom godišnjih premija uzgajivačima, ali pri tome zanemaruje temeljni cilj in situ konzervacije, postizanje samo-održavanja pasmina. Da bi se takvi programi mogli dugoročno održati potrebno je poboljšati tradicionalne proizvodne sustave i osmisлити ih tako da lokalno adaptirane pasmine ostvaruju materijalnu dobit. Na žalost za takve projekte nisu predviđena posebna financijska sredstva.

Ključne riječi: domaće pasmine, zaštita, optimalni modeli

IN SITU konzervacija

Ovaj način konzervacije je danas široko prihvaćena metoda jer pokriva najširi spektar ciljeva konzervacije (Gandini and Oldenbroek, 1999). In situ konzervacija nije samo držanje žive populacije domaćih životinja u njihovom izvornom okolišu, kako se to često smatra. To je primarno aktivni uzgoj populacije životinja i to na takav način da se dotična pasmina što bolje koristi kako kratkoročno tako i dugoročno. Da bi lokalna pasmina postala samoodrživa njena proizvodnja mora biti profitabilna.

Dragutin Vincek, Miljenko Ernoić - Varaždinska županija Franjevački Trg 7, 42000 Varaždin, Hrvatska, (e-mail: poljoprivreda@varazdinska-zupanija.hr), tel: 00/385/42/390-579
Marijan Posavi - Department of Zoology, UW Madison, Birge Hall 422, USA (posavi@wisc.edu)
Rad je priopćen na Konferenciji o izvornim pasminama i sortama kao dijelu prirodne i kulturne baštine, Šibenik 13.-16. studenog 2007. godine

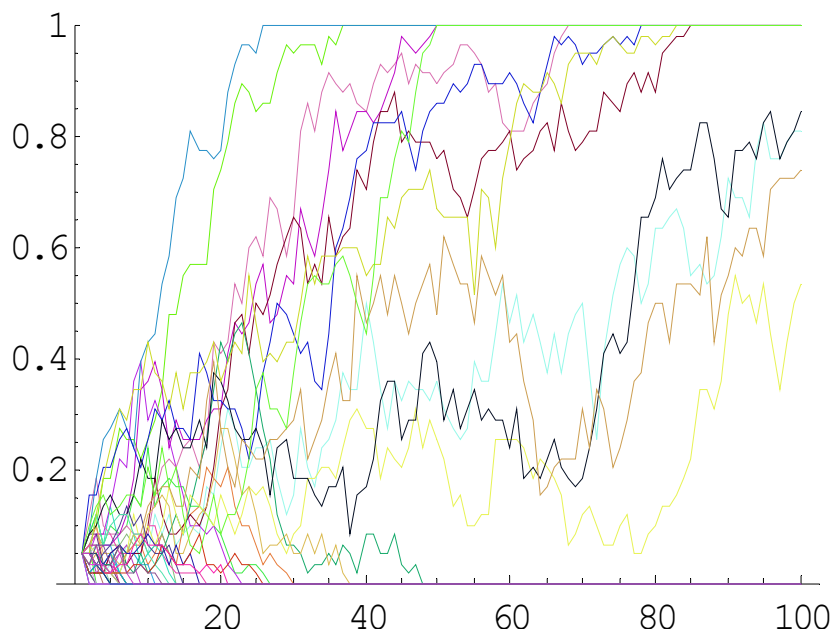
U low-input sustavima pasmina može biti profitabilna ako je dugovječna, daje proizvod visoke kvalitete, ima veliku plodnost, otporna je na bolesti, efikasno iskorištava hranu ili postoji «niša» tržište za njene proizvode (Gandini and Oldenbroek, 1999). Stoga *in situ* konzervacija uključuje određene sheme praćenja proizvodnosti, posebno sheme parenja, razvoj uzgojnih programa, menadžment ekosustava te korištenje životinja za proizvodnju hrane po principima "održive poljoprivrede". Poželjna svojstva mogu se selekcijom poboljšati samo ako postoji genetska varijabilnost u zatvorenoj populaciji. Genetski napredak za ta svojstva ovisi o mnogim čimbenicima, uključujući genetske korelacije, intenzitet selekcije, koeficijent srodstva, mutacije i genetski drift.

Prilikom genetskog vrednovanja životinja treba uzeti u obzir genetske korelacije između svojstava pod selekcijom i svojstava koja doprinose konzervacijskoj vrijednosti pasmine (npr. otpornost na bolesti, ili prilagođenost na oštre uvjete okoline). Stohastički (slučajni) procesi, pogotovo genetski drift, odgovorni su za slučajno variranje frekvencije alela iz generacije u generaciju. U velikoj populaciji, u kojoj se životinje pare slučajno, genetski drift nema veliko značenje. Međutim, kada je efektivna veličina (N_e) populacije mala drift ima veliki utjecaj na frekvencije alela iz generacije u generaciju, čak toliko da se u populaciji može fiksirati alel koji je nepoželjan, odnosno izgubiti poželjan alel. Posljedica male efektivne veličine populacije je i povećani inbriding koji ne mijenja frekvenciju alela već frekvenciju genotipova. Inbriding povećava frekvenciju homozigotnih genotipova tj. smanjuje frekvenciju heterozigota čime smanjuje genotipsku varijabilnost bez promjena u frekvenciji alela. Nakon nekog vremena te promjene mogu čak rezultirati u povećanim fitnessom jer su recesivni aleli, koji su prije bili prikriveni u heterozigotnom stanju i tako zaštićeni od selekcije, sada izloženi selekciji (purging).

Široko je prihvaćeno mišljenje da inbriding negativno utječe na fitness svojstva velikog broja živih organizama. U stočarskoj proizvodnji to smanjuje profitabilnost životinja ispod granice prihvatljive za farmere. Inbriding ima negativne efekte, zato što vjerojatnost da će dvije kopije gena u potomstvu dobivenom sparivanjem srodnih životinja biti zapravo kopije istog gena iz generacije predaka. Takve gene zovemo geni identični po porijeklu (IBD=identical by descent). Negativni efekt inbridinga (poznat kao inbriding depresija) javlja se zbog toga što nepoželjni geni koji nisu izraženi u heterozigotnom stanju (jer su recesivni) postaju izraženi kada su u paru s identičnom kopijom (homozigotno stanje). Taj genetski «teret» i inbriding depresija mogu se smanjiti ili čak potpuno izgubiti, ako se nepoželjni recesivni aleli očiste (purging) iz populacije selekcijom protiv recesivnih homozigota u

prijašnjim generacijama (Crnokrak and Barret, 2002. Gulisija i Crow, 2007).

SLIKA 1. – SIMULACIJA PROMJENA FREKVENCije ALELA NA KOMPLETNO ADITIVNOM LOKUSU ($H=0.5$) KOJI JE POD UMJERENOM POZITIVNOM SELEKCIJOM ($S=0.1$) I S NISKOM POČETNOM FREKVENCIJOM ($P=0.05$). UKUPNO JE SIMULIRANO 50 POPULACIJA EFEKTIVNE VELIČINE $N_e=60$ TIJEKOM 100 GENERACIJA. U OTPRILIKE 75% SIMULACIJA POŽELJAN ALEL SE IZGUBIO U PRVIH 50 GENERACIJA.



Zbog svega navedenog efektivna veličina populacije (N_e) je temeljni kriterij za utvrđivanje statusa ugroženosti populacija domaćih životinja. Godard i Smith (1999) navode $N_e=40$ kao minimalnu veličinu populacije kada se uzima u obzir neto genetski napredak u ekonomskom indeksu. Nešto drugačiji pristup primijenili su Meuwissen and Woolliams (1994.), koji su uravnotežili inbriding depresiju i porast fitnesa zbog prirodne selekcije. Prema njima minimalna N_e , bila bi između 30 i 250. Primjenjujući sličan pristup Franklin (1980) te Lande i Barrowclough (1987) navode $N_e=50$ kao minimalnu održivu veličinu populacije u konzervacijskim programima ugroženih pasmina domaćih životinja. Mala efektivna populacija predstavlja opasnost zbog mogućeg gubitka genetske varijabilnosti. Za domaće životinje to predstavlja opasnost od gubitka alela koji trenutno nisu poželjni u

selekciji ali mogu postati od komercijalnog interesa u budućnosti. Međutim u populacijama s malom N_e alel se može izgubiti iz populacije čak i u slučaju pod umjerenom pozitivnom selekcijom. Kako genetski drift fiksira (kada je N_e mala) gene slučajno, a pozitivna selekcija fiksira poželjne gene, postavlja se pitanje kada će prevladati drift a kada selekcija. Ako jačinu selekcije izrazimo koeficijentom selekcije s , a jačinu drifta kao $1/2N_e$, onda drift prevladava selekciju kada je $1/2N_e > s$ i obrnuto kada je $1/2N_e < s$ tada će selekcija fiksirati poželjan alel. Da bismo prikazali variranje u selekcijskom napretku zbog genetskog drifta simulirali smo promjene frekvencije alela na lokusu koji je pod umjerenom pozitivnom selekcijom u populacijama različite veličine. Kako slika 1. pokazuje u slučaju $N_e=60$ s niskom početnom frekvencijom poželjnog alela mnoge populacije će izgubiti poželjan alel zbog genetskog drifta.

U skladu s razvojem teorije efektivne veličine u uzgojnim populacijama, preporučuju se različite metode za postizanje maksimalnog genetskog napretka uz istovremeno održavanje efektivne veličine na zadovoljavajućoj razini (npr. Toro i Perez-Enciso, 1990; Caballero i sur., 1996). Jedna od strategija je selekcija s minimalnim srodstvom (minimum kindship selection), gdje je selekcionirana skupina životinja koja minimizira inbriding,

$$K_a = \sum_i \sum_j c_i c_j K_{ij} \quad \text{gdje je:}$$

K_a = prosječna srodnost selekcioniranih životinja

K_{ij} = koeficijent srodstva između životinje i i j

$$c_i = \frac{1}{2} \frac{n_i}{N} \quad \text{gdje je } n_i = \text{broj potomaka po životinji } i, \text{ a } N \text{ je ukupan broj potomaka}$$

U cilju stvaranja uspješnog programa zaštite (konzervacije) potrebno je razviti bolju infrastrukturu te osigurati bolju tehničku pomoć (u skupljanju i preradi proizvoda, kontroli proizvodnosti) na nacionalnoj razini. Istovremeno treba osmisliti marketinšku strategiju koja će povećati tržišnu vrijednost proizvoda. Troškovi in situ konzervacije najviše ovise o premijama koje se isplaćuju farmerima da bi pokrili razliku u profitabilnosti između ugrožene pasmine i neke high-input high-output pasmine (Lomker i Simon, 1994). Kao što je već ranije naglašeno, samoodrživost pasmine (što je glavni cilj programa zaštite) povlači za sobom troškove potrebne za utemeljenje i razvoj saveza uzgajivača, za razvoj kontrole proizvodnosti i uzgojnih programa, kao i za aktivnosti koje će povećati tržišnu vrijednost pasmina i njihovih proizvoda. Kako je is svega navedenog vidljivo program in situ zaštite može biti poprilično

skup. Međutim, jednom kada se postigne samoodrživost pasmine više nisu potrebna nikakva financijska sredstva za konzervaciju. Jedna od prednosti *in situ* konzervacije je izvravanje populacije neprekinutom procesu adaptacije, "evolucije" i selekcije u prirodnom okolišu gdje je pasmina i nastala.

EX SITU konzervacija

Pod pojmom "*ex situ*" podrazumijeva se konzervacija živih životinja izvan njihovog izvornog (prirodnog) okoliša (zoološki vrtovi i parkovi, privatne male "hobi" farme) kao i konzervacija dubokim smrzavanjem (sperma, zametaka, oocita, somatskih stanica i DNK). *Ex situ* konzervacija živih životinja je prikladan način zaštite kada je ugrožena pasmina neekonomična, ali još uvijek ima kulturnu, povijesnu i ekološku vrijednost.

Iako konzervacija dubokim smrzavanjem (krio konzervacija) tj. čuvanje genetskog materijala u bankama gena (genoma), ne doprinosi socio-ekonomskoj, kulturnoj, povijesnoj i ekološkoj vrijednosti pasmine, svejedno ima veliku vrijednost kao metoda zaštite. Stoga se, između ostalog, i preporučuje kao dodatna metoda *in situ* konzervacije (da bi se tako smanjio rizik od fizičke katastrofe ili genetskih problema) ili kada *in situ* konzervacija nije izvediva. Isto tako, ova metoda zaštite može biti u nekim slučajevima bolja od *in situ* metode. U ERFPP (European Regional Focal Point) «Vodicu za ustrojavanje nacionalnih krio konzervacijskih programa za farmske životinje» (2003.) svrha krio-konzervacije je definirana u smislu budućeg korištenja duboko smrznutoga genetskog materijala kao:

1. Podržavanje *in situ* programa: i) sigurnosna podrška u slučaju genetskih problema u živim populacijama (npr. gubitak varijabilnosti alela, inbriding, pojava štetnih genetskih kombinacija); ii) da bi se povećala efektivna veličina malih populacija i smanjio genetski drift
2. Mogućnost rekonstrukcije pasmine u slučaju gubitka većeg broja životinja ili potpunog nestanka pasmine
3. Mogućnost stvaranja novih linija/pasmina u slučaju nestanka pasmine
4. Kao podrška u slučaju potrebe brze modifikacije i/ili preorijentacije evolucije/selekcije
5. Materijal za istraživanje

Uzimajući heterozigotnost kao parametar genetske varijabilnosti, proporcija ukupne heterozigotnosti pasmine koja će se sačuvati u banci gena je jednaka $1 - 1/2N$, gdje je N broj donor-jedinki. ERFPP vodič preporuča 25 donor jedinki kao

minimum za uspješan ex-situ program zaštite. Gandini i sur (2007) usporedili su troškove rekonstrukcije izumrlih pasmina konja, goveda, ovce, svinje i kunića. Usporedili su tri različite strategije koristeći: samo embrije, embrije u kombinaciji sa spermom i samo spermu. Strategija u kojoj su korišteni samo embriji rezultirala je najbržom rekonstrukcijom pasmina. U mješovitoj strategiji, embriji+sperma, vrijeme potrebno za rekonstrukciju pasmine povećava se sa smanjivanjem proporcije embrija. U trećoj strategiji (samo sperma) vrijeme potrebno za rekonstrukciju pasmine iznosilo je, ovisno o vrsti životinja, između 2 i 21 godine.

Autori također navode vrlo varijabilne troškove, ovisno o vrsti životinje i primjenjenoj strategiji. Tako je najniža cijena rekonstrukcije pasmine iznosila 360 Eura u slučaju rekonstrukcije pasmina kunića. Nasuprot tome, rekonstrukcija pasmina konja koštala bi čak 1.092.000 Eura. Kada se sve uzme u obzir čini se da je za sve analizirane vrste najbolja kombinirana strategija u kojoj se koristi 90% embrija i 10% sprema.

Zaključak

Kako bi se naše pasmine domaćih životinja očuvale potrebno je posebnu pažnju posvetiti istraživanju optimalnih modela njihove zaštite. Konačni cilj zaštite mora biti gospodarska isplativost uzgoja naših pasmina domaćih životinje jer jedino ona pruža dugoročnost opstanka svake pasmine tj. samoodrživost. Pri tome valja voditi računa o tradicijskim načinima uzgoja, držanja i korištenja, jer Hrvatska zbog svoje ukupne biološke raznolikosti krajobraza ima i veliku biološku raznolikost domaćih životinja koje su usko povezane s načinom tradicionalnog stočarenja koje se kroz stoljeća u potpunosti uravnotežilo s okolišem i danas predstavlja primjere dobre poljoprivredne prakse i proizvodnje prema ekološkim načelima.

Prioriteti glede povećanja kapaciteta za razvoj i provedbu konzervacijskih programa bili bi:

- osiguravanje dugoročnog financiranja programa konzervacije, tj. promijeniti uvriježeno i pogrešno mišljenje da je program konzervacije godišnja premija po grlu koja se isplaćuje farmerima,
- izrada i provedba akcijskih planova spašavanja i očuvanja naših pasmina koje je propisala NSAP (Nacionalna strategija i akcijski plan zaštite biološke i krajobrazne raznolikosti Hrvatske) – donesena još 1999. godine,
- usvojiti organizacijsku shemu koja bi osigurala globalne ciljeve u zaštiti animalnih genetskih resursa u Hrvatskoj (institucionalno i financijski),

- osmisлити marketinšku strategiju i planove provedbe promocije hrvatskih pasmina domaćih životinja,
- utemeljenje banke gena za ŽGR,
- utemeljenje Zaklade za zaštitu ugroženih pasmina.

LITERATURA

1. Caballero, A., and W. G. Hill (1992): Effective size of nonrandom mating populations. *Genetics* 130:909–916.
2. Caballero, A., E. Santiago, and M. A. Toro (1996): Systems of mating to reduce inbreeding in selected populations. *Anim. Sci.* 62:431–442.
3. Crnokrak, P. and S. C. H. Barrett (2002): Perspective: Purging the genetic load: a review of the experimental evidence. *Evolution* 56:2347–2358.
4. ERFP, 2003. Guidelines for the Constitution of National Cryopreservation Programmes for Farm Animals. Publication No. 1 of the European Regional Focal Point on Animal Genetic Resources. Hiemstra, S.J.1 (ed), 2003
5. Gandini G.C. and Oldenbroek J.K. (2000): Choosing the conservation strategy. In *Genebanks and the conservation of farm AnGR*. Oldenbroek J.K (ed.)
6. Gandini G.C., Pizzi F. Alessandra Stella and Boettcher P.J. (2007): The costs of breed reconstruction from cryopreserved material in mammalian livestock species. *GSE*, 39:465-479.
7. Goddard, M. G., and C. Smith (1990): Optimum number of bull sires in dairy cattle breeding. *J. Dairy Sci.* 73:1113–1122.
8. Gulisija Davorka and J.F. Crow (2007): Inferring the purging from pedigree data. *Evolution*, 61:1043-1051.
9. Lomker R. and Simon D.L. (1994): Costs of and inbreeding in conservation strategies of endangered breeds of cattle. *Proceedings of the 5th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production*, Guelph, 21:393-396.
10. Marija Špehar (2003). Kontrola inbridinga u malim populacijama, Diplomski rad
11. Meuwissen, T. H. E. (1997): Maximizing the response of selection with a predefined rate of inbreeding. *J. Anim. Sci.* 75:934–940.
12. Meuwissen, T. H. E., and J. A. Woolliams (1994): Effective sizes of livestock populations to prevent a decline in fitness. *Theor. Appl. Genet.* 89:1019–1026.
13. National strategy and action plans of protection of biological and landscape diversity of Croatia, 1999.
14. Posavi M. (2007). Inbreeding and Effective Population Size in a Closed Population of Swine. In prep.
15. Posavi, M. (2000). Svrha i strategija očuvanja izvornih i ugroženih pasmina domaćih životinja u Hrvatskoj. *Zbornik radova okruglog stola; Uzgoj i očuvanje izvornih pasmina magaraca u Europi*, 8-16 str.,
16. Posavi, M., Ernoić, M., Ozimec, R., Poljak, F. (2003). *Enciklopedija hrvatskih domaćih životinja*, Katarina Zrinski, pp. 240, Varaždin.

17. Templeton, A. R. and B. Read (1998): Elimination of inbreeding depression from a captive population of Speke's gazelle: validity of the original statistical analysis and confirmation by permutation testing. *Zoo Biol.* 17:77-94.
18. Thompson, J. R., R. W. Everett and C. W. Wolfe (2000): Effects of inbreeding on production and survival in Jerseys. *J. Dairy Sci.* 83:2131–2138.
19. Toro, M. A., and M. Perez-Enciso (1990): Optimization of selection response under restricted inbreeding. *Genet. Sel. Evol.* 22:93–107.
20. Vincek, D., Nushol, Z. (2001). Prijedlog programa zaštite magaraca u Republici Hrvatskoj, *Stočarstvo* 55:2001 (6) 439-450
21. Woolliams, J. A., and E. A. Mantysaari (1995): Genetic contributions of Finnish Ayrshire bulls over four generations. *Anim. Sci.* 61:177–187.
22. Woolliams, J. A., N. R. Wray, and R. Thompson (1993): Prediction of long-term contributions and inbreeding in populations undergoing mass selection. *Genet. Res.* 62:231–242.

THE OPTIMAL CONSERVATION MODELS FOR CROATIAN BREEDS OF FARM ANIMALS

Summary

Today in the era of reconsideration of industrial (high-input high-output) breeding and management of farm animals, which among others also contain many risks and ethical doubt, the old (native) breeds acquire the great chance they deserve. The high adaptability to the local environment, disease resistance, modesty in food and care requirements give our native breeds a great advantage in the low-input production systems. Such a low input production could easily be converted into organic production, should it take place in the areas where high input production is not possible anyway (Hrvatsko Zagorje, Lonjsko i Odrasko polje, Kordun, Lika, Istra, Dalmatinska zagora). We call these areas "the virgin soil" areas, since they have never been polluted by industrial, intensive agricultural or livestock production. Croatian Government subsidizes breeding and rearing of Croatian local breeds in their natural environment (in situ conservation) by supporting the farmers directly. Unfortunately, the ultimate goal of in situ conservation, self-sustainability of the breed is neglected. The long term sustainability of the local breeds will be possible only if we redesign and improve the old traditional production systems to make the local breeds more profitable. Unfortunately the Government does not provide sufficient financial support for such projects..

Key words: farm animals, protection, optimal models

Primljeno: 4.11.2008.