

Acta fytotechnica et zootechnica 4
Nitra, Slovaca Universitas Agriculturae Nitriae, 2009, s. 97–99

ODHAD INTENZITY INBRÍDINGU Z RODOKMEŇOVÝCH INFORMÁCIÍ RÔZNEJ KOMPLETNOSTI ESTIMATION OF INBREEDING INTENSITY FROM DIFFERENT QUALITY OF PEDIGREE INFORMATION

Jozef PJONTEK,¹ Ondrej KADLEČÍK,¹ Emil KOVALČÍK,² Radovan KASARDA¹

Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre¹
Národný žrebčín Topoľčianky²

The aim of this paper was to estimate influence of different pedigree completeness on intensity of inbreeding in reference population of Slovak Arabian Horse. There were used pedigrees of 76 animals, pedigree file contained 866 ancestors. Average values of inbreeding coefficient were estimated from all pedigrees ($F_c = 3.66\%$), using only three ($F_3 = 0.37\%$), five ($F_5 = 1.70\%$), ten ($F_{10} = 3.63\%$) generations of ancestors, respectively. The lesser generations of ancestors were taken into calculations the lower values of intensity of inbreeding were estimated. Differences between estimated average coefficients of inbreeding by groups of pedigree completeness were significant and ranged from 0.03 % to 3.29 %. Number of used ancestors' generations influenced estimated values of inbreeding intensity.

Key words: Arabian horse, pedigrees, incomplete pedigrees, inbreeding

Inbríding je pripárovanie jedincov, ktoré majú navzájom príbuzných predkov. Stupeň príbuznosti medzi jedincami v populácii je závislý od veľkosti populácie a od počtu možných generácií predkov. Nevyhnutné párenie príbuzných zvierat v uzavretej populácii vedie ku kumulovaniu inbrídingu a úbytku genetickej diverzity (Falconer, 1961). Prírastok inbrídingu za generáciu sa rovná strate heterozygotnosti v danej populácii (Frankham et al., 2002). Ak sú rodokmene zvierat dostupné, je možné odhadovať mieru intenzity príbuzenskej plemenitby. Koeficienty intenzity príbuzenskej plemenitby sú nevyhnutné na odhad genotypových frekvencií počas inbrídzácie. Je prospešné, ak sú vypočítané aj regresné koeficienty, ktoré vyjadrujú zmeny hodnot úžitkových vlastností so vzrastajúcim koeficientom inbrídingu, pretože dochádza k inbrédnej depresii prejavujúcej sa poklesom výkonnosti zvierat v ekonomicky dôležitých vlastnostiach (Kníže a Kučera, 1978). Pomocou koeficienta intenzity inbrídingu je možné hodnotiť prejavy resp. mieru inbrédnej depresie ako aj hodnotenie genetickej variability. Pre hodnotenie genetickej variability s využitím rodokmeňových informácií sa využíva aj koeficient intenzity inbrídingu a z neho vypočítaná realizovaná efektívna veľkosť populácie. Z uvedeného vyplýva význam kompletnosti rodokmeňov. Lutaaya et al. (1999) uvádzajú, že Van Radenov algoritmus pre výpočet koeficientu intenzity príbuzenskej plemenitby je vhodný ak počet chýbajúcich jedincov je do 20 %. V prípade, že je počet chýbajúcich jedincov vyšší, odporúčajú použiť algoritmus – RA, ktorý reguluje chýbajúce rodokmeňové informácie. Vplyvom nekompletných rodokmeňov na odhad inbrídingu a inbrédnej depresie sa zaoberali Cassel et al. (2003).

Cieľom práce bolo odhadnúť vplyv úrovne kompletnosti rodokmeňov na odhad intenzity inbrídingu.

Materiál a metódy

Materiálom práce boli rodokmene aktívnej populácie arabského koňa chovaného na Slovensku. Aktívna populácia bola definovaná jedincami, ktoré boli zaregistrované v plemennej

knihe arabského koňa 1995–2007 (Horný et al., 2007). Bolo analyzovaných 76 arabských koní narodených v rokoch 1966–2004, pôsobiach v národnom žrebčine Topoľčianky a v zemskom chove. Žrebce boli považované za žijúce, ak boli k dispozícii inseminačné dávky. Bola vytvorená databáza rodokmeňových informácií z Centrálného registra chovu koní na Slovensku v Topoľčiankach.

Kompletnosť rodokmeňových informácií bola vyjadrená indexom kompletnosti podľa Mac Cluer et al., (1983). Koeficient intenzity inbrídingu bol počítaný podľa algoritmu Meuwissen a Luo (1992), ktorý vychádzal zo vzorca podľa Wright (1922):

$$F = 0,5^{n+n+1} \cdot (1 + F_a)$$

Koeficient intenzity príbuzenskej plemenitby (F) bol vypočítaný z posledných troch (F_3), piatich (F_5), desiatich (F_{10}) generácií predkov a zo všetkých dostupných predkov (F_c). Rozdiely medzi jednotlivými skupinami boli testované párovým t-testom.

Pre výpočet bol použitý program Endog 4.6 pre monitorovanie genetickej variability populácií, s využitím rodokmeňových informácií (Gutiérrez and Goyache, 2005).

Výsledky a diskusia

Kompletnosť rodokmeňov bola vyjadrená percentom známych predkov jedincov hodnotenej populácie arabského koňa do piatej generácie predkov. V populácii žrebčov bolo 100 % známych predkov do tretej generácie a pri kobylách to bolo do štvrtej generácie predkov. V štvrtej a piatej generácii predkov v populácii žrebčov bolo známych od 85 do 100 % predkov. Detailnejšie je to uvedené v obrázku 1.

Priemerná hodnota intenzity príbuzenskej plemenitby (F) bola v hodnotenom súbore jedincov 3,66 %. V tabuľke 1 uvádzame priemerne hodnoty intenzity príbuzenskej plemenitby podľa počtu generácií predkov použitých pre výpočet. Ak sa pre výpočet použili len tri generácie predkov, priemerná hodnota inbrídingu bola 0,37 % a maximálna hodnota inbrídingu 6,25 %. Pri piatich generáciách predkov sa priemerná hodnota inbrí-

	1	2	3	4	5
20 žrebce	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
				100,00%	100,00%
			100,00%	95,00%	95,00%
				95,00%	95,00%
				95,00%	95,00%
			100,00%	100,00%	100,00%
				100,00%	100,00%
				95,00%	95,00%
				95,00%	95,00%
				95,00%	95,00%
	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
				100,00%	100,00%
			100,00%	95,00%	95,00%
				95,00%	95,00%
				95,00%	95,00%
			100,00%	100,00%	100,00%
				100,00%	100,00%
				95,00%	95,00%
				95,00%	95,00%
				95,00%	95,00%
56 kobyl	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
				100,00%	100,00%
			100,00%	96,43%	96,43%
				96,43%	96,43%
				96,43%	96,43%
			100,00%	100,00%	100,00%
				100,00%	100,00%
				100,00%	100,00%
				100,00%	100,00%
				100,00%	100,00%
	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
				100,00%	100,00%
			100,00%	98,21%	98,21%
				98,21%	98,21%
				98,21%	98,21%
			100,00%	100,00%	100,00%
				100,00%	100,00%
				100,00%	100,00%
				100,00%	100,00%
				100,00%	100,00%
	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
				100,00%	100,00%
			100,00%	100,00%	100,00%
				100,00%	100,00%
				100,00%	100,00%
			100,00%	100,00%	100,00%
				100,00%	100,00%
				100,00%	100,00%
				100,00%	100,00%
				100,00%	100,00%

Obrázok 1 Komplettnosti rodokmeňov v populácii arabského koňa na Slovensku
Figure 1 Pedigree completeness in the Slovak Arabian horse population

Tabuľka 1 Koeficienty intenzity inbrídingu podľa skupín komplettnosti rodokmeňov

Ukazovatele (1)	n	\bar{x}	s	\bar{x} max
F ₃ (2)	76	0,37	1,25	6,25
F ₅ (3)	76	1,70	1,93	8,79
F ₁₀ (4)	76	3,63	3,22	13,24
F _c (5)	76	3,66	3,25	13,37

Table 1 Influence of number generation ancestors on individual inbreeding coefficient
 (1) parameters, (2) average inbreeding computed using only the last 3 generations in %, (3) the last 5 generations in %, (4) the last 10 generations in %, (5) all pedigrees in %

dingu v hodnotenej populácii zvýšila o 1,33 % a maximálna 2,54 %. Pri desiatich generáciách predkov priemerná a maximálna hodnota intenzity inbrídingu bola vyššia o 1,93 %, resp. 4,45 % oproti hodnotám počítaným z piatich generácií predkov. Výsledky sme porovnávali aj s priemernými a maximálnymi hodnotami počítanými z troch generácií predkov, kde sme zistili zvýšenie priemernej a maximálnej intenzity inbrídingu o 3,26 %, resp. 6,99 %. Pri počítaní inbrídingu zo všetkých dostupných generácií predkov boli tieto hodnoty nepatrne vyššie ako pri odhade z desiatich generácií predkov. Súvisí to pravdepodobne s dosiahnutím maximálneho počtu dostupných generácií predkov. Čím bol menší počet generácií predkov vzatý pre výpočet, tým aj priemerné hodnoty koeficienta intenzity príbuzenskej plemenitby boli nižšie. Naše priemerné hodnoty F počítané zo všetkých generácií sú nižšie ako uvádzajú Zechner et al. (2002) 10,81 %, Głażewska a Jezierski (2004) 7,51 %, Valera et al. (2005) 8,48 %, Cervantes et al. (2008) 9,8 %, boli vyššie ako uvádzajú pri arabskom plnokrvníkovi vo Francúzsku Moureaux et al. (1996). Pri odhade intenzity inbrídingu z piatich, resp. 10 možných generácií predkov priemerné hodnoty F boli 2,06 %, resp. 5,40 % (Zechner et al., 2002), 1,45 %, resp. 4,0 % (Valera et al., 2005) a 5,2 % (Cervantes et al., 2008).

V tabuľke 2 uvádzame priemernú intenzitu príbuzenskej plemenitby závislosti od počtu generácií predkov vzatých pre výpočet podľa pohlavia v hodnotenej populácii. Ak sa pre výpočet vzali len tri generácie predkov, priemerná aj maximálna intenzita príbuzenskej plemenitby bola vyššia v populácii kobýl.

Pri piatich, desiatich a všetkých generáciách predkov priemerná hodnota intenzity príbuzenskej plemenitby bola vyššia v populácii žrebce, ale maximálne hodnoty intenzity príbuzenskej plemenitby boli vyššie v populácii kobýl. Tendencia zvyšovania intenzity príbuzenskej plemenitby v závislosti od počtu generácií predkov, bola podobná ako v celej hodnotenej populácii.

Tabuľka 2 Vplyv počtu generácií predkov na koeficient intenzity príbuzenskej plemenitby podľa pohlavia

Pohlavie (1)	Ukazovatele (2)	n	\bar{x}	s	\bar{x} max
Žrebce (3)	F ₃ (5)	20	0,16	0,70	3,13
	F ₅ (6)	20	1,80	1,71	5,86
	F ₁₀ (7)	20	3,68	2,46	7,35
	F _c (8)	20	3,69	2,47	7,36
Kobylly (4)	F ₃ (5)	56	0,45	1,39	6,25
	F ₅ (6)	56	1,66	2,01	8,79
	F ₁₀ (7)	56	3,61	3,47	13,24
	F _c (8)	56	3,65	3,50	13,37

Table 2 Influence of number generation ancestors on individual inbreeding coefficient by sex
 (1) sex, (2) parameters, (3) stallions, (4) mares, (5) average inbreeding computed using only the last 3 generations in %, (6) the last 5 generations in %, (7) the last 10 generations in %, (8) all pedigrees in %

Tabuľka 3 Korelačná analýza medzi priemernou hodnotou koeficienta intenzity príbuzenskej plemenitby a počtom generácií predkov

Ukazovatele (1)	F ₃ (2)	F ₅ (3)	F ₁₀ (4)	F _c (5)
F ₃ (2)	1,00000			
F ₅ (3)	0,52435***	1,00000		
F ₁₀ (4)	0,88020***	0,73365***	1,00000	
F _c (5)	0,99994***	0,52671***	0,88308***	1,00000

Table 3 Correlation analysis between average values of individual inbreeding coefficient and number of generations of ancestors
 (1) parameters, (2) average inbreeding computed using only the last 3 generations in %, (3) the last 5 generations in %, (4) the last 10 generations in %, (5) all pedigrees in %

Tabuľka 4 Hodnoty t-testu pod diagonálou, nad diagonálou rozdiel priemerných hodnôt intenzity príbuzenskej plemenitby medzi jednotlivými skupinami

Ukazovateľ (1)	F ₃ (2)	F ₅ (3)	F ₁₀ (4)	F _c (5)
F ₃ (2)		1,33 %	3,26 %	3,29 %
F ₅ (3)	8,77+++		1,93 %	1,96 %
F ₁₀ (4)	10,25+++	9,54+++		0,03 %
F _c (5)	10,24+++	9,5+++	5,65+++	

Table 4 Values of t-test below diagonal, over diagonal different average values of inbreeding

(1) parameters, (2) average inbreeding computed using only the last 3 generations in %, (3) the last 5 generations in %, (4) the last 10 generations in %, (5) all pedigrees in %

Z tabuliek 3 a 4 je zrejme, že počet generácií predkov a s nimi súvisiaca kompletnosť rodokmeňov ovplyvnili výslednú priemernú hodnotu intenzity príbuzenskej plemenitby. Stredne až vysoké kladné korelácie medzi jednotlivými skupinami potvrdzujú väzbu medzi skúmanými parametrami. Rozdiely vo výške inbrídingu medzi jednotlivými skupinami sú vo všetkých prípadoch štatisticky vysoko preukazné.

Záver

Bol potvrdený vplyv kompletnosti rodokmeňov vyjadrený počtom generácií predkov na priemernú hodnotu intenzity príbuzenskej plemenitby v hodnotenej populácii arabského plnokrvníka. S vyšším počtom generácií predkov zaradených do odhadu sa upresňovala a zvyšovala priemerná hodnota intenzity inbrídingu. Na výšku priemernej hodnoty intenzity príbuzenskej plemenitby má vplyv okrem počtu generácií predkov aj kompletnosť rodokmeňov v jednotlivých generáciách predkov. Preto je vhodné pri výpočtoch koeficienta intenzity príbuzenskej plemenitby počítat aj ukazovatele kompletnosti rodokmeňov hodnotených jedincov a pri nízkej úrovni kompletnosti použiť vhodný algoritmus pre výpočet koeficienta intenzity príbuzenskej plemenitby. Nesprávne odhady intenzity inbrídingu ovplyvňujú aj odhady ďalších ukazovateľov diverzity populácií. V konečnom dôsledku to môže viesť k nesprávnym záverom a nízkej účinnosti rozhodnutí pri riadení diverzity ohrozených plemien.

Súhrn

Cieľom práce bolo odhadnúť vplyv rôznej kompletnosti rodokmeňov na intenzitu inbrídingu v hodnotenej populácii arabského koňa. Bolo použitých 76 rodokmeňov koní a rodokmeňový súbor tvorilo 866 predkov. Koeficienty intenzity inbrídingu boli odhadnuté zo všetkých rodokmeňov ($F_c = 3,66\%$), z prvých troch ($F_3 = 0,37\%$), piatich ($F_5 = 1,70\%$) a desiatich ($F_{10} = 3,63\%$) generácií predkov. Čím menší počet generácií predkov bolo vzatých do výpočtu, tým nižšia bola priemerná hodnota intenzity príbuzenskej plemenitby. Rozdiely v intenzite inbrídingu medzi jednotlivými skupinami podľa počtu generácií predkov boli od 0,03 % do 3,29 %. Počet generácií predkov použitých na výpočet ovplyvnil odhad koeficienta intenzity príbuzenskej plemenitby. Nesprávne odhadnuté parametre diverzity môžu znížiť efektívnosť opatrení súvisiacich s riadením ohrozených plemien.

Kľúčové slova: arabský kôň, rodokmene, nekompletné rodokmene, inbríding

Podakovanie

Príspevok bol vytvorený realizáciou projektu „Excelentného centra ochrany a využívania agrobiodiverzity – 26220120015, Fakulta agrobiológie a potravinových zdrojov, Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre na základe podpory operačného programu Výskum a vývoj financovaného z Európskeho fondu regionálneho rozvoja ako aj s podporou projektu VEGA 1/4440/07.

Literatúra

- CASELL, B. G. – ADAMEC, V. – PEARSON, R. E. 2003. Effect of Incomplete Pedigrees on Estimates of Inbreeding and Inbreeding Depression for Days to First Service and Summit Milk Yield in Holsteins and Jerseys. In: Journal of Dairy Science, vol. 86, 2003, p. 2967–2976.
- CERVANTES, I. – MOLINA, A. – GOYACHE, F. – GUTIÉRREZ, J. P. – VALERA, M. 2008. Population history and genetic variability in the Spanish Arab Horse assessed via pedigree analysis. In: Livestock Science, 2008, 113, p. 24–33.
- FALCONER, D.S. 1961. Introduction to quantitative genetics. Oliver and Boyd, 1961, 365 p.
- FRANKHAM, R. – BALLOU, J. D. – BRISCOE, D. A. 2002. Introduction to Conservation Genetics. Cambridge University press, 2002, 617 p. ISBN 978-0-521-63985-9.
- GLAZEWSKA, I. – JEZIERSKI, T. 2004. Pedigree analysis of Polish Arabian Horses. In: Livest. Sci., 105, 2004, p. 272–298.
- GUTIÉRREZ, J. P. – GOYACHE, F. 2005. A note on ENDOG: a computer program for analysing pedigree information. In: J. Anim. Breed. Genet. 2005, p. 172–176.
- GUTIÉRREZ, J. P. – CERVANTES, I. – MOLINA, A. – VARERA, M. – GOYACHE, F. 2008. Individual increase in inbreeding allows estimating effective sizes from pedigrees. In: Genet. Sel. Evol., 2008, no. 40, p. 359–378.
- HORNÝ, M. – KOVALČÍK, E. – KOVALČÍK, J. 2007. Plemenná kniha arabského plnokrvníka Slovenská republika 1995–2007, vol. 4. Národný žrebčín, š. p. Topoľčianky. 2007, 97 s.
- LUTAYA, B. – MISZTAL, I. – BERTRAND, J. K. – MABRY, J. W. 1999. Inbreeding in populations with incomplete pedigrees. In: J. Anim. Breed. Genet., 116, 1999, p. 475–480.
- KNÍŽE, B. – KUČERA, J. 1978. Inbríding a heterozita u zvierat. Praha: Ústav vedeckotechnických informácií pro zemědělství, 1978, 84 s.
- MEUWISSEN, T. I. – LUO, Z. 1992. Computing inbreeding coefficients in large populations. In: Genet. Sel. Evol., 24, 1992, p. 305–313.
- MOUREAUX, S. – VERRIER, É. – RICARD, A. – MÉRIAUX, J.C. 1996. Genetic variability within French race and riding horse breeds from genealogical data and blood marker polymorphisms. In: Genet. Sel. Evolution, 1996, 28, p. 83–102.
- VALERA, M. – MOLINA, A. – GUTIÉRREZ, J. P. – GOMÉZ, J. – GOYACHE, F. 2005. Pedigree analysis in the Andalusian horse: population structure, genetic variability and influence of the Carthusian strain. In: Livestock Production Science, vol. 95, 2005, p. 57–66.
- WRIGHT, S. 1922. Coefficients of inbreeding and relationship. In: American naturalist, 56, 1922, p. 330–33.
- ZECHNER, P. – SÖLKNER, J. – BODO, I. – DRUML, T. – BAUMUNG, R. – ACHMANN, R. – MARTI, E. – HABE, F. – BREM, G. 2002. Analysis of diversity and population structure in the Lipizzan horse breed based on pedigree information. In: Livestock production science, vol. 77, 2002, p. 137–146.

Kontaktná adresa:

Ing. Jozef Pjontek, Trieda Andreja Hlinku 2, 949 76, Nitra, Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, tel: +421 37 641 48 24, e-mail: jozef.pjontek@gmail.com