



GENETICKÁ ANALÝZA VYBRANÝCH PLEMIEN HUSÍ CHOVANÝCH NA SLOVENSKU

Genetic analysis of selected breeds of geese bred in Slovakia

A. TRAKOVICKÁ, J. ŽITNÝ, A. KÚBEK

Slovenská poľnohospodárska univerzita, Nitra, Slovak Agricultural University, Nitra, Slovak Republic

ABSTRACT

Our work describes the results of electrophoretic separation of seven polymorphic proteins, which were analysed in hemolysate and blood plasma of three breeds of geese bred in Slovakia – Suchovska goose (n = 74), Slovak White goose (n = 34) and Tshedikovska goose (n = 148). The results of the analyses were divided into two groups according to number of alleles of biochemical polymorphic markers: the 1st group – monomorphic variant A for hemoglobin (Hb^A); the 2nd group – two-alleles polymorphism for the loci esterase 1 (Es1^A, Es1^B), carbonic anhydrase (Ca^F, Ca^S), esterase 3 (Es3^A, Es3^B), transferin (Tf^A, Tf^B), alkaline phosphatase (Afa, Afb) and ceruloplasmin (Cp^A, Cp^B). The genotypic structures - AA, AB and BB were identified in genetic markers of blood -plasma and erythrocytes (enzymes and proteins) Es1, Es3, Tf, Af and Cp. Genotypes of carbonic anhydrase were described as FF, FS and SS as per the convention. According to a locus of hemoglobin, only a monomorphic genotypic combination of AA was observed. Statistical analyse was carried out using the statistical formula for two-allele polymorphic system. Obtained allelic frequencies in selected coding loci were used for computing genetic distances (D) among tested breeds of geese by means of statistical programme PHYLIP ver. 3.63 (<http://www.phylip.com>). The lowest value of genetic distance was found between Slovak White goose and Suchovska goose (D = 0,01834) and the highest value (D = 0,08334) was recorded between Suchovska and Tshedikovska geese.

Key words: breeds of geese, genetic polymorphism of proteins in blood, genetic distance

ÚVOD

Každý druh, plemeno alebo línia sa v procese evolúcie vyznačuje určitým genofondom, ktorý vytvára genetický potenciál pre morfológické a fyziologické vlastnosti. Súčasťou genofondu sú alelové systémy polymorfnych bielkovín v krvi, mlieku, ale aj v ďalších biologických tekutinách (napr. semenná plazma) a svalových tkanivách.

Výskyt vzácných foriem alel je často významnou informáciou o pôvode alebo o zmene úžitkového typu plemena. V procese šľachtenia je stanovenie genotypovej štruktúry a frekvencie alel polymorfnych bielkovín determinujúce pri selekcii na dôležité znaky a vlastnosti.

Je preto v záujme chovateľa vytvárať podmienky pre čo najlepšie využitie genetického potenciálu pôvodných plemien, ako aj vytvárať najvhodnejšie genotypové kombinácie pre úžitkové, reprodukčné vlastnosti, odolnosť a zdravie zvierat (Brodackí a Smalec, 2001; Cooke a Ryder, 1971; Gahne a kol., 1977; Kuryl a gasparska, 1985; Kuznetsov, 1995b; Markus a kol., 1970; Valenta a Stratil, 1978).

Prvé literárne údaje o štúdiu v oblasti genetického polymorfizmu bielkovín hydiny sa dotýkajú analýzy biochemických znakov z krvnej plazmy a séra. Štúdiu genetického polymorfizmu bielkovín krvi husí sa v uplynulom období venovalo viacero autorov (Kuznetsov, 1995b; Sruogaa kol., 2002; Trakovická a kol. 2002).

Correspondence: E-mail: anna.trakovicka@uniag.sk

Z celkovej genetickej diverzity v rámci druhu je približne polovica genetických rozdielov spôsobená medzi plemennými rozdielmi, ďalšie sú pripisované pôsobeniu rozličných faktorov, ako napr. umelá inseminácia, prirodzená selekcia, migrácie, mutácie a genetický tlak. Na základe stanovených genetických vzdialeností sa zostavujú dendogramy, ktoré znázorňujú príbuznosť plemien v rámci procesu šľachtenia. Sruoga a kol. (2002) vypočítal vysokú genetickú podobnosť z frekvencie alel v lokusoch transferínu a ceruloplazmínu medzi litovskými a talianskymi husami (98,4%), nižšia genetická podobnosť bola medzi francúzskymi a rýnskymi husami (91,8%).

Cieľom predloženej práce bolo identifikovať polymorfne markéry v krvi husí, vyhodnotiť génovú a genotypovú štruktúru a nakoniec vypočítať genetické vzdialenosti medzi testovanými plemenami husí.

MATERIÁL A METÓDA

Punkciou krídlovej žily sme do skúmaviek s antikoagulačným roztokom odoberali vzorky krvi troch najrozšírejších plemien husí na Slovensku (suchovská hus, slovenská biela hus, tešedíkovská hus). Plazmu sme získali 10 – minútovým odstrednením erytrocytov pri 3000 otáčkach za minútu. Po odpipetovaní plazmy sme hemolyzát trikrát premyli fyziologickým roztokom. Pridali sme destilovanú vodu v pomere 1:1 a nakoniec obsah dôkladne pretrepali, aby erytrocyty lýzovali.

Na separáciu bielkovín sme použili metódu elektroforézy na škrobovom géli. Chemické zloženie tlmiačich roztokov do elektródových nádob a zloženie tlmiačeho roztoku do gélu záviselo od analyzovaného polymorfného systému. Na identifikáciu polymorfných variantov (hemoglobín Hb, karboická anhydráza Ca a transferín Tf) sme použili farbiaci roztok amidočern-10B. Ceruloplazmín (Cp) sme identifikovali po 30-minútovej inkubácii škrobového gélu v acetátovom tlmiačom roztoku s parafenylendiamínom v termostate pri 37,1°C. Na identifikáciu erytrocytarnej esterázy 1 (Es1) sme použili 1% roztok β -naftyl acetátu a diazóniovú soľ Fast blue RR salt, pričom uvedené chemikálie boli rozpustené v acetónovom roztoku. Pri elektroforetickom štúdiu esterázy 3 (Es3) boli zvýraznené frakcie v alkalických podmienkach prostredia za použitia elektródového pufrového roztoku a pH=8,5.

Na matematicko-štatistické spracovanie vstupných údajov (identifikované genotypové kombinácie) sme použili výpočet pre génovú a genotypovú frekvenciu so vzorcami pre dvojalelový polymorfný systém. Zo zistených alelových frekvencií na vybraných kódujúcich lokusoch sme štatistickým programom PHYLIP ver. 3.63 (www: <http://www.phylip.com>) vypočítali genetické vzdialenosti (D) medzi príslušnými plemenami husí.

VÝSLEDKY A DISUSIA

Vzorky hemolyzátu krvi

Najrýchlejšou mobilitou frakcií sa vyznačoval lokus pre Es1, ktorý bol detekovateľný vo vzdialenosti 6 cm od štartu, t.j. od miesta, kde sme nanášali vzorky hemolyzátu pomocou filtračných papierov do rezného otvoru v škrobovom géle. Zistili sme dve zóny esterázovej aktivity, avšak iba pri esteráze s rýchlejšou mobilitou boli frakcie zreteľné a vytvárali izoenzymové diferencie s tzv. rýchlejšim Es1^A a pomalším Es1^B variantom.

Mobilita karboickej anhydrázy bola lokalizovaná na škrobových géloch v kratšej vzdialenosti 2,5 - 3,5 cm od štartu. Najmenšiu elektroforetickú pohyblivosť v polymorfizme hemoglobín s jednou alternujúcou frakciou, ktorú aj bez použitia tzv. farbiaceho roztoku sme priamo na géloch identifikovali ako sýto-červené sfarbenie vo vzdialenosti 2,5 cm od štartu.

Vzorky krvnej plazmy

V krvnej plazme husí sme vyhodnocovali štyri polymorfne bielkoviny – esteráza 3, transferín, alkalická fosfatáza a ceruloplazmín. Dve oblasti esterázovej aktivity sme pozorovali pri substrátovom farbení b-naftylacetátu za prítomnosti horečnatých iónov Mg⁺². Rýchlejšie migrujúca oblasť v albumínovej zóne vykazovala zreteľné frakcie plazmatickej esterázy 3. Rýchlejšia frakcia A bola lokalizovaná 8 cm od štartu, pomalšia frakcia B bola zreteľná vo vzdialenosti 7,5 cm od štartu. Prítomnosť obidvoch frakcií v lokuse Es3 potvrdila heterozygotné zloženie genotypov.

Pre genetické štúdie jedným z najvhodnejších polymorfných bielkovín bol transferínový lokus, pretože sa vyznačoval značnou heterogenitou a výraznou ostrosťou bielkovinových frakcií. Po zafarbení gélu farbiacim roztokom (amidočern-10B) boli identifikované štyri frakcie vo vzdialenosti 7 cm od štartu. Medzi dvoma najbližšími polymorfnými variantami pre lokus Tf bola odhadnutá vzdialenosť v elektroforetickej mobilite asi 1,2 mm.

Mobilita frakcií pre alkalickú fosfatázu (A, B frakcie) bola podobná ako pre lokus Tf (opäť 7 cm od štartu). V populácii husí boli tiež zistené frakcie pre ceruloplazmín vo vzdialenosti asi 4,5 cm od štartu. Diferencia a kontrast týchto frakcií bol veľmi zreteľný, pretože sa homozygotné AA, prípadne BB genotypy ceruloplazmínu manifestovali vo forme jedného farebného pruhu, pri heterozygotných jedincoch genotypy pozostávali z dvoch frakcií - rýchlejšej A a pomalšej B.

Frekvencia alel a genotypová štruktúra polymorfných bielkovín v hemolyzáte a krvnej plazme troch testovaných plemien husí (suchovská hus, slovenská biela hus, tešedíkovská hus) je v tabuľke 1. Ako v nej vidieť, polymorfná bielkovina Es1 bola zastúpená dvoma alelami – A a B. Frekvencia

alely A mala dominantné zastúpenie pri suchovskej a tešedíkovskej husi (0,540 resp. 0,571), slovenskej bielej husi prevládala alela B s frekvenciou 0,647. Genotypovú štruktúru v polymorfnom systéme Es1 tvorili celkove tri

kombinácie genotypov (AA, AB, BB). Heterozygotný genotyp prevládal pri suchovskej a tešedíkovskej husi (51,4 resp. 70,7%), slovenská biela hus bola charakteristická prevládajúcim genotypom BB (47,1%).

Tabuľka 1: Frekvencia alel a genotypová štruktúra polymorfných bielkovín medzi rôznymi plemenami husí
Table 1: Frequency of alleles and genotypic structure of polymorphic proteins among various breeds of geese

¹ Polymorfná bielkovina	² Frekvencia alel a genotypová štruktúra (%)		³ Plemeno		
			⁴ suchovská hus (n = 74)	⁵ slovenská biela hus (n = 34)	⁶ tešedíkovská hus (n = 148)
Es1	⁷ alela	A	0,540	0,353	0,571
		B	0,460	0,647	0,429
	⁸ genotyp	AA	28,4	17,6	21,8
		AB	51,4	35,3	70,7
BB		20,2	47,1	7,5	
Ca	alela	F	0,621	0,676	0,353
		S	0,379	0,324	0,647
	genotyp	FF	28,4	35,3	9,6
		FS	67,6	64,7	51,4
		SS	4,0	-	39,0
Hb	alela	A	1,000	1,000	1,000
	genotyp	AA	100	100	100
Es3	alela	A	0,648	0,558	0,761
		B	0,352	0,442	0,239
	genotyp	AA	48,6	32,4	65,2
		AB	32,4	47,1	21,7
BB	19,0	20,5	13,1		
Tf	alela	A	0,418	0,426	0,427
		B	0,582	0,574	0,573
	genotyp	AA	12,2	14,7	6,1
		AB	59,5	55,9	73,3
BB	28,3	29,4	20,6		
Af	alela	A	0,642	0,397	0,408
		B	0,358	0,603	0,592
	genotyp	AA	47,3	26,5	3,4
		AB	33,8	26,5	74,8
BB	18,9	47,0	21,8		
Cp	alela	A	0,308	0,558	0,540
		B	0,692	0,442	0,460
	genotyp	AA	20,3	41,2	37,2
		AB	20,3	29,4	33,8
BB	59,4	29,4	29,0		

Es1 - esteráza 1 - esterase 1
 Ca - karbonická anhydráza - carbonic anhydrase
 Hb - hemoglobín - hemoglobin
 Es3 - esteráza 3 - esterase 3
 Tf - transferín - transferrin
 Af - alkalická fosfatáza - alkaline phosphatase
 Cp - ceruloplazmín - ceruloplasmin

¹polymorphic protein, ²frequency of alleles and genotypic structure, ³breed, ⁴Suchovska goose, ⁵Slovak White goose, ⁶Tesedikovska goose, ⁷Allele, ⁸Genotype

Naše výsledky sa líšia od výsledkov Kuznetsova (1995a), ktorý potvrdil väčšiu genetickú variabilitu pri severských plemenách husí vo štvoralelovom lokuse Es1. Frekvencia alely Es1^A kolísala medzi 0,914-0,944, ostatné alelické frekvencie mali minimálnu hodnotu Es1^B=0,07, Es1^C=0,04, Es1^D=0,06. Sruoga a kol. (2002) popísali polymorfizmus v lokusech esteráza 1 a esteráza 3 v homozygotných a heterozygotných genotypových kombináciách vo všetkých pôvodných plemenách husí chovaných v Litovsku.

V lokuse karbonickej anhydrázy sme určili dve alely s označením F (rýchlejšia frakcia) a S (pomalšia frakcia). Na rozdiel od Sruoga a kol. (2002), ktorý v polymorfizme Ca zistil vyrovnané frekvencie alel testovaných hybridných husí (Ca^F = 0,425, Ca^S = 0,575), nami vypočítané frekvencie sa pohybovali v širšom rozpätí, a to 0,353 - 0,676 pre alelu Ca^F a 0,324 - 0,647 pre alelu Ca^S. Zo vzájomného porovnania testovaných plemien husí vyplýva, že všetky tri genotypy (FF, FS, SS) boli zastúpené pri suchovskej a tešedíkovej husi (s 67,6 resp. 51,4 %-nom dominantnom genotypu FS). Pri slovenskej bielej husi absentoval genotyp SS, anšak opäť prevládal FS (64,7 %-ná dominancia).

Na elektroforeogramoch sme identifikovali iba jeden polymorfny variant hemoglobínu A, ktorý bol súčasne produktom alely Hb^A. Z elektroforetickej analýzy vzoriek krvnej plazmy všetkých troch plemien husí sme zistili, že genotyp Hb AA manifestoval ako monomorfná frakcia.

Esteráza 3 bola tvorená alelou A s rýchlejšou migráciou (jej frekvencia kolísala od 0,558 pri slovenskej bielej husi do 0,761 pri tešedíkovej husi) a alelou B s pomalšou migráciou v štandardných elektroforetických podmienkach škrobového gélu. Genofomy polymorfných variantov navzájom tvorili genotypy AA, AB a BB. Aj v literárnych zdrojoch (Sruoga a kol., 2002) sú v polymorfizme pre Es3 uvádzané homozygotné ako aj heterozygotné genotypové kombinácie v populácii pôvodných plemien husí chovaných v Litovsku.

V transferínovej zóne sme na škrobových géloch pozorovali zastúpenie dvoch alelových variantov - Tf^A a Tf^B. V testovaných populáciách husí sme potvrdili vyššiu a zároveň aj vyrovnanú medziplotennú frekvenciu alely B, ktorá kolísala v nízkych hraniciach 0,573 – 0,582. Vo všetkých vzorkách krvnej plazmy sa vyskytli homozygotné AA a BB genotypy. Heterozygotný AB genotyp jednoznačne prevládal najmä pri tešedíkovej husi (73,3 %-ný podiel). Pri autochtónnych plemenách severských husí Kuznetsov (1995a) popisuje v Tf lokuse vysokú frekvenciu alely B, ktorá v niektorých kmeňoch bola charakteristická vysokou monomorfnosťou (Tf^B=1,0), alela Tf^A bola identifikovaná vo veľmi nízkej genotypovej frekvencii s 0,006. Pri talianskej a litovskej husi Sruoga a kol. (2002) zistili výskyt troch polymorfných variantov transferínu s vyrovnanou frekvenciou alel Tf^A : Tf^B : Tf^C. Pri rýnskych a francúzskych husiach autori

udávajú štyri polymorfné varianty Tf^A, Tf^B, Tf^C, Tf^D. Zriedkavá frekvencia alel C a D bola potvrdená pri oboch plemenách husí. Podobne aj alela D sa vyskytovala vzácne pri hybridných kombináciách husí a nepresahovala vypočítanú hodnotu 0,025.

Dvojalelový lokus pre polymorfny systém alkalickej fosfatázy mali všetky tri plemena husí (pričom pri slovenskej bielej a tešedíkovej husi mierne prevládala alela Af^B), ktoré navzájom vytvorili všetky tri možné genotypové kombinácie. Kým my sme zistili a popisujeme dve polymorfné varianty alel A a B, tak Kuznetsov (1995a) identifikoval až šesť typov alel v populácii severských husí s rozsiahlou heterogenitou (Af^A = 0,525, Af^B = 0,356, Af^C = 0,050, Af^D = 0,035, Af^E = 0,038 Af^F = 0,06). Zistili sme tiež medziplotenné rozdiely v podiele homozygotných a heterozygotných genotypov, keď genotyp AA pri suchovskej husi bol 47,3 %, genotyp AB pri slovenskej bielej husi 0,603 % a genotyp BB bol pri tešedíkovej husi 0,592 %. Trakovická a kol. (2002) pri hodnotení hybridu tešedíkovská hus x česká hus identifikovali prítomnosť dvoch alel alkalickej fosfatázy (A a B, pričom vyššiu frekvenciu mala alela B).

V krvnej plazme husí sme zistili polymorfnú bielkovinu pre ceruloplazmín s dvoma alelami Cp^A, Cp^B, ktoré navzájom vytvorili tri genotypové kombinácie – AA, AB a BB. Potvrdila sa výrazne pozitívna expresia homozygotných genotypov AA pri slovenskej bielej a tešedíkovej husi (41,2 a 37,2%), pri suchovskej husi prevládal genotyp BB (59,4 %). Genetickú variabilitu uvedeného lokusu popisali aj Trakovická a kol. (2002) ako dvojalelový systém s rýchlejšie migrujúcou alelou A a pomalšou alelou B, ktoré navzájom vytvárajú tri kombinácie genotypov – AA, AB a BB. Vysoká frekvencia heterozygotných AB-genotypov ceruloplazmínu bola identifikovaná pri krížencoch tešedíkovská hus x česká hus. Frekvencia alel v testovanej skupine kmeňového stáda husí dosiahla značne vyrovnanú tendenciu s Cp^A = 0,547 a Cp^B = 0,452.

Zisťovanie genetických vzdialeností sa veľmi často používa na porovnanie stupňa príbuznosti rôznych plemien. Tento ukazovateľ svedčí o vplyve zošľachtujúceho plemena na pôvodnú populáciu, prípadne o jeho podiele na tvorbu nového plemena. Čím je táto hodnota vyššia,

Tabuľka 2: Genetické vzdialenosti medzi rôznymi plemenami husí

Table 2: Genetic distance among various breeds of geese

¹ Genetická vzdialenosť	slov. biela hus	tešedík. hus
suchovská hus	0,01834	0,08334
slov. biela hus	-	0,02372

¹Genetic distance

tým sú sledované populácie geneticky vzdialenejšie. Genetickú vzdialenosť sme vypočítali z už uvedených genotypových frekvencií pre polymorfne markéry Es1, Ca, Hb, Es3, Tf, Af a Cp. Z tabuľky 2 vyplýva, že geneticky najbližšie majú k sebe slovenská biela a suchovská hus ($D = 0,01834$), najväčšiu genetickú vzdialenosť sme zistili medzi suchovskou a tešedíkovskou husou ($D = 0,08334$).

Sruogaa kol. (2002) interpretuje na základe genetickej analýzy polymorfizmu enzýmových a bielkovinových systémov piatich plemien husí vysokú genetickú podobnosť medzi litovskými a talianskymi husami ($D = 0,98400$).

ZÁVER

Analýza biochemických polymorfnych systémov krvi plemien troch populácií husí (suchovská, slovenská biela a tešedíkovská hus) dovoľuje konštatovať:

1. V polymorfizme hemoglobínu sme identifikovali monomorfnú alelu A (Hb^A). Dvojalelovú frekvenciu sme zistili v lokusoch esteráza-1 ($Es1^A$, $Es1^B$), karbonická anhydráza (Ca^F , Ca^S), esteráza 3 ($Es3^A$, $Es3^B$), transferín, (Tf^A , Tf^B) alkalická fosfatáza (Af^A , Af^B) a ceruloplazmín (Cp^A , Cp^B).
2. Monomorfný genotyp AA bol analyzovaný iba v lokuse pre hemoglobín, v ostatných lokusoch ($Es1$, $Es3$, Tf , Af , Cp) sa vyskytovali tri polymorfne varianty AA, AB BB (pre polymorfnú bielkovinu karbonická anhydráza genotypy s označením FF, FS, SS).
3. Z vypočítanej genetickej vzdialenosti vyplýva, že geneticky najbližšie majú k sebe slovenská biela a suchovská hus ($D = 0,01834$) a najväčšia genetická vzdialenosť je medzi suchovskou a tešedíkovskou husou ($D = 0,08334$).
4. Informácie o genetickom polymorfizme bielkovín sú dôležitým zdrojom pre vyhodnocovanie genetickej diverzity plemien (medzipopulačná genetická vzdialenosť).

Výsledky boli získané v rámci Agentúry pre podporu vedy a techniky z výskumného projektu APVT 20-006102 "Využitie biotechnologických metód pre šľachtenie, výživu a ochranu biodiverzity v špeciálnych odvetviach živočíšnej výroby".

LITERATÚRA

- BRODAČKI, A. - SMALEC, E. 2001. Genetic polymorphism of slow-migrating prealbumin in geese. In: *Electronic Journal of Polish Agricultural Universities, Animal Husbandry*, vol. 4, 2001, Issue 2, p. 1-5.
- COOKE, F. - RYDER, J.P. 1971. The genetics of polymorphism in the Ross' goose (*Anser rossii*). In: *Evolution*, vol. 25, 1971, p. 483-496.
- GAHNE, R. - JUNEJA, K. - GROLMUS, J. 1977. Horizontal polyacrylamide gradient gel electrophoresis for the simultaneous phenotyping of transferrin, posttransferrin, albumin and post-albumin in the blood plasma of cattle. In: *Anim. Blood. Groups. Biochem. Genet.*, vol. 8, 1977, p. 127-137.
- KURYL, J. - GASPARSKA, J. 1985. Preliminary report on two new plasma protein polymorphism in the goose (*Anser anser*). In: *Anim. Blood. Groups. Biochem. Genet.*, vol. 16, p. 9-16.
- KUZNETSOV, S. B. 1995a. Polymorphism of blood plasma proteins in the geese of *Anser* and *Branta* genera. In: *Biochem. Genet.*, vol. 33, 1995a, p. 123-135.
- KUZNETSOV, S.B. 1995b. Polymorphism of blood plasma esterases in the geese of *Anser* genus. In: *Biochem. Genet.*, vol. 33, 1995b, p. 183-187.
- MARKUS, L. J. - FESUS, L. - KOVACS, G. 1970. Genetically determined serum protein polymorphism in the goose. In: *Acta Vet. Acad. Sci. Hung.*, vol. 15, p. 461-463.
- SRUOGA, A. - JANUŠONIS, S. - BUTAUSKAS, D. - MOZALENE, E. - RASMAITE, V. 2002. Genetiškai markery v issledovanii differenciacii porod domašnich gusej. In: *Veter. zootech.*, vol. 42, 2002, p. 101-106.
- TRAKOVICKÁ, A. - BEŽOVÁ, K. - MINDEK, S. - KÚBEK, A. 2002. Hodnotenie živej hmotnosti husí podľa genetických polymorfnych znakov. In: *Aktuálne problémy riešené v Agrokomplexe* : Zbor. z medzinár. ved. sem., Nitra SPU, 2002, s. 337-340, ISBN 80-8069-126-6
- VALENTA, M. - STRATIL, A. 1978. Polymorphism of transferrin and conalbumin in the domestic goose (*Anser anser*). In: *Anim. Blood. Groups. Biochem. Genet.*, vol. 9, pp. 129-132.
- www: <http://www.phylip.com> (GENDIST – Compute genetic distances from gene frequencies), Version 3.6, USA, July 2004.

Adresa autorov: Doc. Ing. Anna Trakovická, CSc., Ing. Július Žitný, CSc., Prof. Ing. Alojz Kúbek, CSc., Katedra genetiky a plemenárskej biológie, FAPZ SPU, 949 76 Nitra, Trieda A. Hlinku 2.