

**SLOVENSKÁ POĽNOHOSPODÁRSKA UNIVERZITA
FAKULTA AGROBIOLÓGIE A POTRAVINOVÝCH
ZDROJOV**

2122173

**VPLYV INBRÍDINGU NA MLIEKOVÚ ÚŽITKOVOSŤ
PINZGAUSKÝCH KRÁV**

2011

Eva Komňat'anová, Bc.

SLOVENSKÁ POĽNOHOSPODÁRSKA UNIVERZITA
FAKULTA AGROBIOLÓGIE A POTRAVINOVÝCH
ZDROJOV

VPLYV INBRÍDINGU NA MLIEKOVÚ ÚŽITKOVOSŤ
PINZGAUSKÝCH KRÁV

Diplomová práca

Študijný program: Manažment živočíšnej výroby
Študijný odbor: 4179800 Živočíšna produkcia
Školiace pracovisko: Katedra genetiky a plemenárskej biológie
Školiteľ: Prof. Ing. Ondrej Kadlečík, CSc.

Nitra 2011

Eva Komňat'anová, Bc.

Čestné vyhlásenie

Podpísaná Eva Komňat'anová vyhlasujem, že som predkladanú diplomovú prácu na tému „Vplyv inbrídingu na mliekovú úžitkovosť pinzgauských kráv“ vypracovala samostatne s použitím uvedenej literatúry.

Som si vedomá zákonných dôsledkov v prípade, ak uvedené údaje nie sú pravdivé.

V Nitre 13.apríla 2011

Eva Komňat'anová

Pod'akovanie

Týmto chcem poďakovať Prof. Ondrejovi Kadlečíkovi za pomoc, odborné vedenie a cenné pripomienky, ktoré mi poskytol k vypracovaniu predkladanej práci. Rovnako chcem poďakovať mojim rodičom a celej rodine za podporu počas celého štúdia.

Abstrakt

V práci sme hodnotili vplyv inbrídingu na ukazovatele produkciu pinzgauských kráv, ktorá bola vyjadrovaná SPI, genetickým hodnotením mlieka, tuku ako aj bielkovín. Ďalej sme zisťovali, či zistené rozdiely v produkcii sú spôsobené a ovplyvnené len hodnotou inbrídingu alebo aj plemennou štruktúrou jednotlivých zvierat. Hodnotený súbor zahŕňal 2373 dojníc pinzgauského plemena, ktoré tvorili čistokrvné zvieratá a krížanky, narodené v rokoch 1988 – 2008. V testovanom súbore bola priemerná hodnota F_i 0,5% a ΔF_i bol 0,25%. Dojnice s odhadnutým koeficientom inbrídingu (270ks) sme rozdelili do skupín s hraničnou hodnotou 1% F_i . Pri tomto rozdelení sme zistili značné rozdiely priemerných hodnôt ukazovateľov produkcie mlieka medzi skupinami v prospech skupiny 1, t.j. kravy s nižšou hodnotou inbrídingu. Týmto sme potvrdili negatívnu tendenciu vplyvu príbuzenskej plemenitby na ukazovatele produkcie mlieka aj keď bola štatisticky nevýznamná. Výsledky sa nezmenili ani pri výmene ukazovateľa príbuzenskej plemenitby z individuálneho inbrídingu na medzigeneračný prírastok inbrídingu.

Kľúčové slová: Pinzgauský dobytok, mlieková úžitkovosť, inbríding depresia

Abstrakt

In this work we evaluated the effects of inbreeding on production parameters pinzgau cows, which was SPI is expressed, the genetic evaluation of milk fat and protein. Also, we searched if differences found production are caused and affected only the value of inbreeding or the breeding structure of individual animals. Evaluated file included 2373 pinzgau dairy breeds that were bred animals and half-blood, born between 1988 - 2008. In the test group was average and 0.5% F_i ΔF_i was 0.25%. Dairy cows with the estimated coefficient of inbreeding (270ks) were divided into groups with the limit value of 1% F_i . In this division, we found significant differences in average values for the parameters of milk production between groups in favor of group 1, i.e. cows with a lower value of inbreeding. This was confirmed by the negative impact of inbreeding trend to parameters of milk production even if it was statistically insignificant. The results did not change either when changing the variable of individual inbreeding to growth intergenerational inbreeding.

Key words: Pinzgau cattle, milk production, inbreeding depression

Obsah

Úvod	8
1 Súčasný stav riešenej problematiky doma a v zahraničí.....	10
1.1 Biodiverzita a šľachtenie zvierat	10
1.1.1 Biodiverzita.....	10
1.1.2 Šľachtenie	12
1.1.3 Selekcia a selekčné indexy.....	13
1.1.4 Plemenná hodnota.....	15
1.2 Šľachtiteľské programy	16
1.3 Príbuzenská plemenitba.....	18
1.3.1 Rozdelenie príbuzenskej plemenitby	22
1.4 Výsledky hodnotenia inbrídingu v experimentoch.....	23
1.5 Prejavy inbrídingu u iných druhov	27
2 Cieľ práce.....	29
3 Metodika práce a metódy skúmania	30
3.1 Charakteristika slovenského pinzgauského plemena	31
3.1.1 História chovu a šľachtenie.....	31
3.1.2 Cieľ chovu a štandard pinzgauského plemena.....	33
4 Výsledky práce a diskusia	35
4.1 Kompletnosť rodokmeňov.....	35
4.2 Inbríding a produkcia mlieka.....	36
4.3 Rozdiely v ukazovateľoch produkcie mlieka.....	46
5 Záver.....	49
6 Zoznam použitej literatúry.....	50
Prílohy.....	61

Úvod

Živočíšna výroba je druhým najvýznamnejším odvetvím poľnohospodárskej výroby. Je súčasťou uzavretého poľnohospodárskeho systému a významným prvkom dotvárania životného prostredia. Živočíšne produkty zabezpečujú 48 % spotreby bielkovín obyvateľov Slovenska a 64% tržieb poľnohospodárskej výroby.

Chov hovädzieho dobytku plní viac významných úloh. O zotrvaní plemena v chove rozhoduje predovšetkým jeho produkčná schopnosť a ekonomická efektívnosť – výrobné úlohy. V poslednom období sa začína prihliadať aj na mimoprodukčné funkcie (krajinotvorba, historické dedičstvo, agroturistika) – nevýrobné úlohy.

Hospodárske zvieratá patria k živočíšnym druhom, preto sú neoddeliteľnou súčasťou biodiverzity.

Biologická diverzita predstavuje rôznorodosť všetkých foriem života a začleňuje všetky ekosystémy a ich génové informácie. Pri HZ tradičné postupy chovu a šľachtienia nevedli k dostatočnej ochrane biodiverzity. Pri živočíšnych druhoch, konkrétne rôznych líniách a plemenách HZ sme zaznamenali výrazné zníženie biologickej diverzity v dôsledku výberu plemien a malého počtu jedincov, ktoré boli vhodné na uplatnenie v intenzívnych produkčných podmienkach. Zníženie diverzity vedie to k tomu, že autochtónne plemená strácajú význam, ich populácia sa znižuje a stávajú sa ohrozenými.

Niektoré populácie plemien boli vytlačené produktívnejšími, čo sa prejavilo aj zmenou rázu krajiny. V mnohých populáciách plemien sa znížila početnosť a sú v riziku straty ich ďalšej existencie, ktorá je často krát nenávratiteľná. S vyhynutím danej populácie plemena vznikajú aj straty kultúrne, sociálne a v činnostiach človeka pridružených k poľnohospodárstvu.

V súčasnom období na Slovensku prebieha záchrana Pinzgauškého plemena, ktoré je jedným z pôvodných plemien chovaných na území Slovenska.

Pre zachovanie genetickej diverzity a zabránenie straty je nevyhnutné minimalizovať prírastok inbrídingu v malých populáciách, akým sú aj ohrozené plemená. Pre dlhodobú prežiteľnosť plemien musíme udržiavania dostatočnú genetickú variabilitu pre individuálne fitness a jej adaptáciu. Pretože s veľmi malou genetickou variabilitou vo vnútri druhu sa zdravá

reprodukcia stáva čoraz ťažšia, a potomstvo je často zaťažené problémami, ktoré súvisia s inbrídingom a inbrídnou depresiou.

U hospodárskych zvierat je depresia prirodzene sprevádzaná znížením produkčných znakov pod ekonomickú únosnosť. Rovnako postihuje aj znaky zdravia ako sú plodnosť a hlavne prežiteľnosť.

Preto by sme sa pri šľachtení by mali sústrediť na ciele, ktoré sú zamerané na udržanie dobrého zdravotného stavu, dlhovekosti, odolnosti proti nepriaznivým klimatickým podmienkam, a udržanie genetickej diverzity a prihliadnutie na postavenie plemien v oblasti ochrany prírody a starostlivosti o krajinu. Tieto zaručujú využitie mnohorakých plemien a miestnym podmienkam prispôsobených populácií hospodárskych zvierat.

Rozumné vedenie svetovej poľnohospodárskej biodiverzity sa stáva čoraz väčším apelom pre medzinárodné spoločenstvo. Široký rozsah živočíšnych genetických zdrojov má základný význam pre rozmach našej poľnohospodárskej výroby. Klimatické zmeny a vznik nových a virulentných chorôb zvierat zdôrazňujú potrebu uchovať diverzitu a tým aj adaptačné schopnosti živočíchov.

Zmysel riešenia úloh spojených so zachovaním a využívaním genofondu HZ plynie z potreby biologických, národohospodárskych, ekonomických, krajinotvorných a kultúrnych potrieb každej krajiny.

Biodiverzita je uvádzaná vo všetkých oblastiach biológie, od ekológie, ochrany prírody až po biotechnológie, ako podmienka stability ekosystémov Zeme, zdroj výživy ľudstva, ale tiež génové bohatstvo živých organizmov a s istotou bude náleziskom doteraz neznámych liekov.

1. Súčasný stav riešenej problematiky doma a v zahraničí

1.1 Biodiverzita a šľachtenie zvierat

1.1.1. Biodiverzita

Biodiverzita v skrátenej forme nahrádza termín biologická diverzita, ktorý v sebe zahŕňa diverzitu génov v rámci druhov.

Poddruhy a populácie, geneticky rozdielne skupiny v rámci jednotlivých druhov, tvoria prevažnú časť genetickej diverzity organizmov prírodného sveta. Zachovanie diverzity na úrovni poddruhov a populácií je nevyhnutným predpokladom evolúcie a prežívania druhov v neustále sa meniacich podmienkach okolitého sveta (určitý poddruh alebo populácia sa môžu ukázať ako odolnejšie alebo prispôsobivejšie než ostatné jedince toho istého druhu).

Je tiež veľmi dôležité chrániť genetickú diverzitu v rámci jednotlivých druhov. Populácie, v ktorých počet jedincov poklesne pod 1 000 kusov rozmnožovania schopných dospelých jedincov môžu byť postihnuté vážnymi genetickými poruchami, ktoré v niektorých prípadoch priamo ohrozujú ich dlhodobú existenciu. Hovorí sa o tzv. príbuzenskej depresii (inbrídna depresia), ktorá môže postupne viesť k zníženej odolnosti a životaschopnosti jedincov následných generácií a v konečnom dôsledku môže ohroziť existenciu celej populácie (Čo je vlastne biodiverzita?, 2010).

Pinzgauské plemeno podľa Rybu a Dianovej (2008) je plemeno, ktoré posledné roky nesie prívlastok ohrozené. Klasifikácia ohrozených populácií je založená na princípe hodnotenia predpokladom plemena pre jeho dlhodobé prežívanie a uchovanie. V modeloch prežiteľnosti populácií sa často za základný ukazovateľ hodnotenia stavu plemien považuje efektívna veľkosť populácie (N_e). Rozumie sa ňou počet jedincov, ktoré sa podieľajú v danej populácii na tvorbe potomstva pre nasledujúcu generáciu. Efektívna veľkosť populácie je ovplyvnená predovšetkým počtom nepríbuzných samcov (N_m) a samíc (N_f) aktívne využívaných v plemenitbe. Efektívna veľkosť populácie závisí od vyrovnanosti pomeru pohlavia chovaných čistokrvných nepríbuzných jedincov plemena. Ak sa pomer jedincov blíži k pôvodnému, predpoklad prežitia plemena sa zlepšuje.

Hodnotenie stupňa ohrozenia závisí od ďalších ukazovateľov, ktorými okrem iných sú: intenzita inbrídingu v populácii a minimalizovanie rizík súvisiacich s príbuzenským párením, genetická variabilita v rámci populácie (Kadlečík, Kasarda, 2007).

Dlhodobá prežiteľnosť populácie závisí od zachovania dostatočnej genetickej variability pre individuálne fitness a adaptabilnosť populácie (Lacy, et al., 1995).

Preto za základný cieľ genetického riadenia ohrozených populácií označil Kadlečík, et al. (2006) program udržiavania genetickej variability.

Stratégia na udržanie variability pri obmedzení príbuzenských vzťahov, medzi selektovanými zvieratami, resp. umelé zvýšenie dôrazu na vnútroskupinovú informáciu majú síce za následok negatívny ekonomický dopad, ale predstavujú prevenciu vo vzťahu k dlhodobým stratám diverzity.

Ešte výraznejšie je možné tento problém sledovať v malých populáciách, kde nízka početnosť aktívnej časti populácie a jej štruktúra zvyšujú trend inbrídingu a zvyšujú mieru ohrozenia populácie (Kasarda, Kadlečík, 2010).

Pokiaľ majú populácie zostať zdravé a adaptabilné k meniacim sa podmienkam musia mať potrebnú genetickú diverzitu. Optimálna veľkosť populácie závisí na individuálnych vlastnostiach danej populácie (napr. pri druhoch s dlhším generačným intervalom alebo vyššou genetickou variabilitou je treba menších populácií), ale spravidla musí mať niekoľko stoviek jedincov (Olney, 2005).

Genetická diverzita sa týka genetických odchýlok v rámci druhu a zahrňuje genetické variácie v rámci populácií. Táto vnútrodruhová rozmanitosť je podmienená geneticky. Hoci prevažná väčšina génov prenesených z rodičov na svojich potomkov je rovnaká, nájdú sa odchýlky, ktoré spôsobujú rozdiely vo farbe, veľkosti, vzhľade, odolnosti voči chorobám atď. Vďaka tejto genetickej rôznorodosti zlepšuje genofond druhu

Dôvodom pre stratu variability je aj inbríding, ktorý v závislosti od nárastu príbuznosti alebo efektívnej veľkosti populácie môže viesť k silnému zníženiu variability (Pirchner, 1994).

So stúpajúcim stupňom inbrídingu populácií, postupom času bude výskyt zdraviu škodlivých znakov stále bežnejší, pretože tieto zdraviu škodlivé gény sú bežnou súčasťou genetickej variability populácie (Olney, 2005).

1.1.2. Šľachtenie

Šľachtenie možno zjednodušene definovať ako postupné genetické zlepšovanie populácie. Založené je na cieľavedomom využívaní rozdielov medzi zvieratami a následnom výbere jedincov ako rodičov ďalšej generácie. Základom pre výber zvierat do plemenitby je plemenná hodnota (Brestenský, et al., 2002).

Šľachtenie HD prechádza prudkým vývojom, ktorý sa prejavuje zmenami úrovni jednotlivých vlastností, ktoré ovplyvňujú ekonomiku chovateľa. Šľachtenie je podmienené spôsobom chovu, hospodárskymi podmienkami, sledovanými vlastnosťami.

Súbežne s rozvojom šľachtienia sa vývojom metód biotechnológie reprodukcie stáva stále ľahší obchod s genetickým materiálom, čo sa prejavuje v celkovej globalizácii šľachtienia a stupňovania vplyvu ekonomicky silných spoločností. Obchod umožňuje využívať v šľachtení špičkové zvieratá z celosvetových zdrojov. Už nejde o šľachtenie jednotlivých uzavretých plemien, ale o spoločné šľachtenie skupiny plemien rovnakého úžitkového zamerania. V súčasnosti sú pri všetkých hospodársky významných plemien populácie celosvetovo otvorené a dochádza k veľkej migrácii genetického materiálu. Celosvetové zjednocovanie šľachtienia, kedy nie je zohľadnená interakcia genotypu s chovateľským prostredím, sa dostáva do rozporu s rozporu s rozdielnymi podmienkami chovu a ekonomickou situáciou v rôznych krajinách.

Ďalším dôsledkom je pri intenzívne šľachtených plemenách nárast celosvetovej vzájomnej príbuznosti medzi všetkými zvieratami, ktorá sa prejavuje vyššou úrovňou koeficientu príbuzenskej plemenitby, inbrídnej depresie, rýchlym celosvetovým šírením genetických chýb prostredníctvom niekoľko málo jedincov a znížením efektívnej veľkosti populácie (Příbyl, 2008).

Cieľom šľachtienia hospodárskych zvierat a jediným meradlom úspešnosti je genetický zisk. Sledovanie dosahovaného zisku je potrebné pre overenie teórií selekcie a ako spätná väzba pre upresňovanie súčasných selekčných programov (Příbyl, et al., 1997).

1.1.3. Selekcia a selekčné indexy

Z celého radu znakov a vlastností, ktoré sú predmetom chovného cieľa a šľachtiteľského programu každého plemena si chovateľ vyberá len niektoré, ktoré mu zlepšením prinášajú najväčší ekonomický efekt. Celá šírka znakov a vlastností sa v populáciách plemien zlepšuje v prvom rade prostredníctvom selekcie býkov uskutočňovanej plemenárskymi službami za nevyhnutnej spoluúčasti chovateľov pri testovaní vlastností býkov. Chovateľ nemôže v stáde uskutočňovať selekciu na mnoho vlastností zvierat, pretože intenzitu selekcie, t.j. pomer zvierat vybraných na chov a na vyradenie zo stáda nemôže ľubovoľne zvyšovať (Brestenský, et al., 2002).

Zníženie intenzity selekcie preverených býkov spôsobí zníženie prírastku inbrídingu v populácii za generačný interval (Kadlečík, et al., 2004).

Selekcia ovplyvňuje genetickú variabilitu priamo, zmenou frekvencie génov a nerovnováhou väzieb medzi selektovanými lokusmi a nepriamo zmenou rodinnej štruktúry a tým spôsobuje stratu genetickej variability inbrídingom v populáciách obmedzenej veľkosti (Verier, et al., 1991).

Základným predpokladom pre selekciu, usmerňovanú plemenitbu a šľachtenie zvierat je kontrola úžitkovosti. Selekcia je proces, ktorý je možné sledovať pomocou zmien priemernej hodnoty, variancie a kovariancie vo fenotypovej distribúcii medzi generáciami. Selektívna odpoveď závisí od dedičnosti vlastností, t. j. primárne vo zmenách frekvencií alel determinujúce vlastnosť (Motyčka, et al., 2005).

Účinnosť selekcie je definovaná ako rozdiel medzi priemernou genetickou hodnotou potomstva vybraných rodičov a priemernou genetickou hodnotou potomstva všetkých rodičov.

Zmena úžitkovosti stáda z roka na rok, ktorá je spôsobená plemenárskou prácou závisí podľa Příbyla, Váchala (1986) od intenzity brakovania a genetickej hodnoty novo doplňovaných zvierat. Intenzívny systém chovu má za následok úbytok úžitkovosti spôsobenej s tým spojeným vzostupom príbuznosti.

Cieľom selekcie je výber najvhodnejších zvierat na reprodukciu stáda z hľadiska dosiahnutia čo najväčšieho genetického zisku v smere k chovnému cieľu, s čo najmenšími nákladmi. Selekcia zároveň eliminuje nepriaznivý prejav inbrídnej depresie, ktorá môže vzniknúť v dôsledku neplánovanej príbuzenskej plemenitby (Bouška, et al., 2006).

V prípade veľkých populácií je možná vyššia intenzita selekcie a tým aj dosahovanie väčšieho genetického zisku za časovú jednotku. Naopak v prípade menších a rôznorodých populácií nie je možné vytvoriť ani základné podmienky pre uplatnenie systému vertikálnej štruktúry stád a aplikáciu ďalších významných šľachtiteľských opatrení orientovaných na dosahovanie vyššieho selekčného pokroku (Bulla, 1996).

Používanie MOET systému síce vytvára podmienky pre dosiahnutie maximálneho genetického zisku ale je tu vysoké riziko zníženia variability a zvýšenie inbrídingu v populácii z dôvodu vyššej pravdepodobnosti koselekcie úplných súrodencov.

V selekčnom indexe Kadlečík, et al., (2004) zohľadnili informáciu o úžitkovosti úplných súrodencov, ktorá pri odhade plemennej hodnoty Animal modelom viedla k zvýšeniu presnosti odhadu. Táto skutočnosť bola potvrdená Dekkersom (1992), ktorý uvádza, že veľa rozdielov medzi šľachtiteľskými programami sa minimalizuje použitím selekčnej stratégie genetického hodnotenia Animal modelom vo všetkých vekových a populačných skupinách.

V SR je používaný slovenský produkčný index (SPI), ktorý je selekčným indexom, ktorý sa skladá z plemennej hodnoty pre produkciu mlieka, produkciu tuku a produkcie bielkovín v približnom pomere dôležitosti 1:2:4 v populácii slovenského pinzgauského dobytká. Predstavuje ekonomické vyjadrenie naderadenosti konkrétneho býka alebo kravy oproti porovnávacej základni v danom produkčnom systéme (Candrák, 1997).

Indexom SPI sa koncentruje na vlastnosti mliekovej úžitkovosti a nezohľadňuje kombinovaný charakter plemena (Candrák, Lichanec, 2007).

- podľa úžitkovosti súrodencov a polosúrodencov,
- podľa vlastnej úžitkovosti,
- podľa úžitkovosti potomstva.

V súčasnosti používané selekčné indexy Strapák, et al., (2005) rozdelil do troch základných skupín:

- skupina produkčných indexov, ktoré združujú základné kritéria produkcie mlieka,
- skupina selekčných indexov, do ktorých boli začlenené okrem produkčných vlastností vo väčšej miere i ďalšie ukazovatele zo skupiny znakov fitness a ukazovateľov exteriéru,
- skupina komplexných selekčných indexov, zložených z čiastkových indexov, ktoré zahŕňajú komplexy jednotlivých produkčných a nepriamych úžitkových vlastností.

1.1.4. Plemenná hodnota

Pod pojmom plemenná hodnota rozumieme odhad genetického založenia jedinca, ktoré prenáša na svoje potomstvo. Vyjadruje sa číslom, ktoré predstavuje odchýlku vlastnosti od priemeru genetickej základne, ktorú najčastejšie predstavuje skupina vrstovníkov zvierat'a, resp. populácia zvierat, narodená v určitom roku. Plemenná hodnota je teda relatívne číslo, ktoré sa vzťahuje len k tej populácii, v ktorej bola odhadnutá (Brestenský, et al., 2002).

Jednotlivé krajiny sa zapájajú do medzinárodného hodnotenia Interbullom, čím sa získavajú PH aj od zahraničných, doma nepreverených plemenníkov, a chovatelia majú pre výber plemenníkov na stádo väčšiu výberovú základňu.

Využitím veľkého počtu molekulárno-genetických markerov možno zvýšiť spoľahlivosť PH a využiť v plemenitbe s dostatočnou spoľahlivosťou už mladé zvieratá. Za týmto účelom je treba upraviť súčasné postupy hodnotenia zvierat BLUP AM (Příbyl, Příbylová, 2009).

V chovateľsky vyspelých štátoch sú plemenné hodnoty odhadované pre celý komplex vlastností, ktoré majú vzťah k ekonomickej efektívnosti chovu. Pri produkčných ukazovateľoch sú to produkcia mlieka, obsah zložiek v mlieku a ukazovatele mäsovej úžitkovosti pri kombinovaných plemenách. Ďalej sú známe plemenné hodnoty pre znaky exteriéru, obtiažnosť pôrodov, ukazovatele plodnosti, zdravotného stavu vemena a dlhovekosti. Pre uľahčenie orientácie chovateľa pri výbere zvierat, predovšetkým s cieľom maximalizovať jeho zisk v chove, sú plemenné hodnoty kombináciou ekonomických váh jednotlivých ukazovateľov zhrnuté do celkovej plemennej hodnoty, nazývanej aj komplexnými indexmi. Nakoľko ekonomické váhy vlastností sú v jednotlivých krajinách rôzne, aj príslušné indexy sú platné len pre dané podmienky (Brestenský, et al., 2002).

Egger-Danner, et al., (2005) odporúčajú zaradiť do chovného cieľa i vlastnosť dlhovekosť, pretože podľa Miesenberger (1997) má dlhovekosť pre Pinzgauské plemeno vysokú ekonomickú hodnotu, ktorú vyjadril podielom 22,3% z celkovej plemennej hodnoty.

Dlhovekosť výrazne ovplyvňuje celkovú produkciu mlieka a tým aj ziskovosť znižovaním nákladov na obmenu stáda a umožňuje kravám dosiahnuť plný produkčný potenciál v dospelosti (Vukasinovic, et al., 2001).

Zabrániť zvyšovaniu intenzity príbuzenskej plemenitby by podľa Žitného, et al. umožnila výmena plemenného materiálu a chov príbuzných plemien z iných geneticky odlišných a zemepisne vzdialených zdrojov (Žitný, et al., 2009).

Strata genetickej diverzity bola pozorovaná u všetkých druhov využívaných v poľnohospodárstve. Vzhľadom k neustále sa zvyšujúcemu trendu šľachtenia na produkčné vlastnosti je dôležité konzervovať a obnovovať pôvodné genetické vybavenie populácie. Pri ochranárskej práci treba populácie neustále sledovať rôznymi metódami hodnotiť, aby sa zabezpečili vhodné postupy smerujúce k eliminácii príbuzenskej plemenitby a následkov inbrídnej depresie (Židek, et al., 2006).

Rovnako aj veľkosť populácie sa stala limitujúcim činiteľom pre voľbu plemenárskych postupov (Pšenica, 1990).

1.2 Šľachtiteľské programy

Aplikácia genetických princípov v šľachtení hospodárskych zvierat na ekonomiky efektívnu produkciu je dobre a dlho známa. Hoci tieto programy vedú k rýchlemu genetickému zisku, majú za následok zvyšovanie inbrídingu cez zvýšený vplyv malého počtu selektovaných jedincov, resp. geneticky podobných skupín jedincov. Z tohto dôvodu sa inbríding zvyšuje na akcelerujúcu hodnotu pri väčšine druhov hospodárskych zvierat a zvyšujú sa ekonomické straty (Kasarda, Kadlečík, 2010).

Pri tvorbe šľachtiteľských programov plemien je potrebné optimalizovať veľkosť populácie, efektívnu veľkosť populácie, prírastok inbrídingu, ale aj genetického zisku. Platí to zvlášť pri málopočetných populáciách plemien. Ak sa vyberá malý počet jedincov pre ďalšiu reprodukciu, obsahuje sa veľký genetický zisk, znižuje sa jej efektívna veľkosť a zvyšuje sa intenzita inbrídingu. Ak sa vyberá veľa zvierat do reprodukcie, genetický zisk je menší, ale zväčšuje sa efektívna veľkosť populácie a znižuje sa intenzita inbrídingu (Kadlečík, Kasarda, 2007).

Šľachtiteľské programy sú upravované tak, aby bola optimálne využitá existujúca genetická rozmanitosť medzi populáciami.

Musí sa teda monitorovať stupeň inbrídingu a genetického driftu. Pri otvorených populáciách, napr. u HD, je efektívna veľkosť populácie oveľa menšia ako jej aktuálne veľkosť (Pařilová, 2009).

Moderné šľachtiteľské programy v chove HD sa už nezaobídu bez zohľadnenia nepriamych úžitkových vlastností pri selekcii a pri zostavovaní komplexných selekčných indexov (Strapák, et al., 2005).

Šľachtiteľské programy pre malé populácie by mali obsahovať tieto základné ciele:

- udržanie konkurencie schopnosti malej populácie,
- udržanie plemenného typu a exteriéru, pričom toto nepredstavuje žiaden ekonomický cieľ,
- intenzívnejšie využívanie biotechnického pokroku,
- zvýšenie spoľahlivosti pri výbere matiek býkov,
- rozšírenie kontroly úžitkovosti kráv (Kasarda, Kadlečík, 2010).

Šľachtiteľské programy sú zamerané na znižovanie rizík pôsobenia negatívnych faktorov na vývoj ohrozených populácií. Hľadajú sa prístupy a informácie, ktoré by vo všeobecnosti umožnili dlhodobé prežívanie populácií závislých na podpore genetickej diverzity pre individuálne fitness a adaptáciu populácie. Preto je prvoradým cieľom genetického riadenia všetkých programov konzervovania populácií podporiť genetickú variabilitu (Kadlečík, et al., 2007).

Pri tvorbe stratégie rozvoja pinzgauského plemena kombinovaného úžitkového typu je vhodné pri šľachtiteľskom programe využiť podiel 70% nepreverených a 30% preverených býkov. Pri použití 10-20 býkov v reprodukcii môže zabezpečiť primeraný genetický nárast v produkcii mlieka, tuku, bielkovín, krátky generačný interval a prírastok inbrídingu za generačný interval pod $\Delta F=1\%$. Pretože zvýšená hodnota prírastku inbrídingu nad 1% za generáciu sa označuje pre ohrozené plemená za kritickú, ako uvádza Bódo 1992 (cit. Kadlečík, et al., 2004). Na realizáciu tohto chovného programu bude potrebná silná ekonomická podpora na národnej a medzinárodnej úrovni (Kadlečík, et al., 2004).

Cieľom konzervačných programov je zvýšenie genetickej diverzity minimalizovaním príbuzenstva a k tomu potrebujú mať k dispozícii rodokmeňové údaje, kedy môžu aplikovať optimálne príspevky predkov (Oliehoek, Bijma, 2009).

Štruktúra rodokmeňov a počet zapísaných, kompletných generácií predkov má významnú úlohu pri odhade pravdepodobnosti prežitia plemena (Kadlečík, et al., 2006).

Rodokmeňové informácie majú v šľachtení významnú úlohu pri odhade plemenných hodnôt a rovnako aj pri hodnotení genetickej variability (De Rochambeua, et al., 2000).

Poznatky získané rodokmeňovou analýzou je možné podľa Valera, et al., (2005) využiť aj na stratégiu monitorovania populácie, pri tvorbe pripárovacích plánov a na riadenie genetickej variability.

Od úrovne kvality rodokmeňových informácií je závislý aj koeficient intenzity príbuzenskej plemenitby. Je všeobecne známe, že čím viacej generácií predkov je vzatých pre výpočet koeficientu intenzity príbuzenskej plemenitby, tým sú jeho hodnoty vyššie (Pjontek, et al., 2009).

1.3 Príbuzenská plemenitba

Vo voľnej prírode sa pri párení uplatňujú len tí samci, ktorí najlepšie obstoja v konkurencii s ostatnými. Väčšinou sa potom pária s väčším počtom samíc a prinášajú tak do populácie viac potomstva. Podobne prebieha šľachtenie hospodárskych zvierat, ktoré vďaka inseminácii umožňuje veľmi intenzívne rozšírenie niektorých jedincov a ich genotypov. Vlastné šľachtenie je pritom zamerané predovšetkým na kvantitatívne znaky, ako sú výška zvierat a v kohútiku, množstvo mäsa, mlieka, vlny a pod., a tie sú ovplyvnené väčším počtom génov a zároveň prostredím.

Ani najlepší rodičia ale nie sú v týchto znakoch zárukou kvalitného potomstva. Na výsledku sa mimo zmienených vplyvom podieľa aj stupeň rodičovskej príbuznosti (Bezdiček, 2007).

Je treba poopraviť pomerne rozšírený názor, že pri použití príbuzenskej plemenitby vznikajú v chove dedičné defekty .

Pri použití príbuzenskej plemenitby dochádza ku znižovaniu variability a "fixácií" génov určitého predka. Zvyšuje sa pravdepodobnosť, že sa v chove stretnú dvaja nositelia rovnakého defektného génu, čo sa samozrejme prejaví na potomstve, až dôjde k inbrídnej depresii.

Na druhú stranu, je i omnoho väčšia pravdepodobnosť, že potomstvo sa bude podobat' v exteriéru a že bude tieto vlastnosti tiež omnoho lepšie bude prenášať na svoje potomstvo.

To sa deje z počiatku veľmi nenápadne, tak že si problémov všimneme až keď je na nápravu väčšinou neskoro (Klub chovateľov slovenských čuvačov, 2010).

V chovoch hovädzieho dobytká a tiež u iných hospodárskych zvierat sa s nízkymi stupňami príbuzenskej plemenitby môžeme stretnúť pomerne často. Je to dané predovšetkým tým, že inseminácia umožňuje využiť v populácii malý počet otcov, čo znižuje ich variabilitu a občas tiež vedie k príbuzenskej plemenitbe. Preto sa sledoval vplyv inbrídingu na škálu znakov, a to nielen na množstvo mlieka, mäsa a pod., ale tiež na zovňajšok a na zdravie. Z výskumov vyplynulo, že strata úžitkovosti bola u potomstva spravidla tým väčšia, čím užšia bola príbuznosť jeho rodičov (Bezdíček, 2007).

Príbuzenská plemenitba je neutrálna metóda, kladné i záporné výsledky závisia od toho s akým genetickým materiálom sa pracuje. V prípade použitia zvierat zdravých, plodných a s vysokou plemennou hodnotou v požadovaných úžitkových vlastnostiach dá sa očakávať úspech, t.j. dobrý výsledok. V opačnom prípade ak sa použijú na plemenitbu zvieratá s nevyhovujúcou plodnosťou a plemennou hodnotou, príbuzenská plemenitba nemôže prinášať uspokojivý výsledok v chovateľskej praxi používa sa na upevnenie hospodársky dôležitých znakov a vlastností HZ, pri šľachtení úžitkových typov, nových plemien a línií (Wilke, 1999).

Podľa Wilkeho (1999) usmerňovanou príbuzenskou plemenitbou vzniká možnosť rozlíšiť niektoré dedičné chyby prípadne skoncentrovať požadované vlastnosti jednotlivých zvierat, ktoré vstupujú do reprodukčného procesu.

Úspech či neúspech príbuzenskej plemenitby je závislý predovšetkým od štruktúry genotypu zvierat opätovne používaných na plemenitbu (Rostovcev, 1962).

K príbuzenskej plemenitbe dochádza buď zámerne pri „upevňovaní“ určitej žiaducej vlastnosti v populácii, alebo naopak pri nedostatočnej znalosti pôvodu zvierat (Bouška, et al., 2006).

Príbuzenská plemenitba predstavuje pripárovanie takých zvierat, ktorých individuálny koeficient príbuznosti je väčší ako priemerný koeficient príbuznosti medzi všetkými jedincami danej populácie. Zvieratá sú biologicky príbuzné, keď majú jedného alebo viacerých spoločných predkov (Fewson, 1980).

Príbuzenská plemenitba negatívne ovplyvňuje genetické zlepšenie populácie (Kadlečík, Kasarda, 2007).

Príbuzenská plemenitba so sebou prináša najrôznejšie dopady na zdravie, pretože strata aliel je podstatne rýchlejšia.

Každý druh zvierat je na ňu však inak citlivý. V zásade u všetkých plemien platí, že čím je príbuzenská plemenitba bližšia, tým môžu byť jej následky výraznejšie (Šuster, 2006).

Vedecké výskumy, ale aj praktické skúsenosti ukazujú, že s príbuzenskou plemenitbou sú vo všeobecnosti spojené skôr negatívne výsledky. Príbuzenská plemenitba v menšej miere ovplyvňuje produkciu mlieka, mäsa, vlny a vajec, napr. percentuálny obsah tuku v mlieku, percentuálny obsah mäsitých častí a pod. V prípade, že genotyp rodičov má vlohy letálnej alebo semiletálnej, prípadne subvitálnej povahy, môže nastať úhyn zvierat, zníženie životaschopnosti až degenerácia časti potomstva. Negatívne zmeny sa označujú ako inbrídna depresia, ktorá vzniká v dôsledku vplyvu inbrídingu na zmenu letálnych génov do homozygotne recesívneho stavu (Kadlečík, et al., 2001).

Príbuznosť dvoch jedincov vyjadruje genetickú podobnosť alebo pravdepodobnosť, že náhodný gén jedného jedinca je identický v porovnaní s náhodne vybraným génom druhého jedinca.

Koeficient intenzity príbuzenskej plemenitby vyjadruje pravdepodobnosť, že dve alely na jednom lokuse jedinca pochádzajú od toho istého predka, alebo sú identické v stave. Vyjadruje do akej miery sú dva jedince navzájom príbuzné (Wright, 1922).

Príbuzenské párenie znižuje génovú a genotypovú variabilitu, a tým všeobecne vedie k zníženiu genetického polymorfizmu. Jeho vplyvom tiež vzrastá pravdepodobnosť prejavu letálnych aliel, ktoré sa často nachádzajú v heterozygotnej forme. Preto je sledovanie úrovne inbrídingu v populácii veľmi dôležité. Na druhej strane je inbríding u hospodárskych zvierat súčasťou šľachtiteľských postupov pri tvorbe nových plemien a línii, pretože dokáže fixovať určité typické znaky (Bezdíček, 2007).

Biologická podstata príbuzenskej plemenitby spočíva v tom, že sa zvyšuje homozygotnosť na úkor heterozygotov. Táto zmena je úmerná zmene koeficienta inbrídingu. V dôsledku inbrídzácie môže dochádzať k vyštiepovaniu nepriaznivých recesívnych vlôh a k poklesu produkčných a reprodukčných ukazovateľov. Tento jav sa nazýva inbrídna depresia.

Tá sa spravidla prejaví pri vlastnostiach so zložitým genetickým riadením, to je pri tých, ktoré sú kontrolované mnohými génmi (Wright, 1922).

Z hľadiska homozygotnosti, pokiaľ narastanie inbrídingu neprekročí optimálnu homozygotnosť pre daný druh, je možné získavať vysokoúžitkové zvieratá, ktoré svoje znaky dobre prenášajú na potomstvo. V prípade, že homozygotnosť túto hranicu prekročí, nastane pokles životaschopnosti a úžitkovosti zvierat. Dochádza k tzv. inbrídnej depresii, ktorá sa prejavuje spomalením rastu v ranom veku, zníženou produkciou mlieka a mliečneho tuku (Bellér, Plesník, 1974) a znížením reprodukčnej schopnosti zvierat. (Nelson, Lush, 1950). Z tohto dôvodu by mala byť podľa Nelson a Lush, (1950) inbridizácia uskutočňovaná spolu s prísnu selekciou a vzostup F_x za jednu generáciu by nemal presahovať 2%.

Podľa Falconer, Mackay (1996) inbríding nastane vtedy, keď sa spoja príbuzní jedinci a je definovaný ako pravdepodobnosť, že 2 alely v určitom lokuse sú zhodného pôvodu.

Prírastok inbrídingu za generáciu sa rovná strate heterozygotnosti v danej populácii (Frankham, et al., 2002).

Inbríding depresia môže byť vyjadrená ako rozdiel úžitkovosti inbrídnej populácie a neinbrídnej východiskovej populácie (Kadlečík, et al. 2001).

Celkový trend znižovania intenzity inbrídingu je žiaduci, pretože pinzgauská populácia chovaná na Slovensku je málopočetná. Opačný trend má negatívny vplyv na genetickú variabilitu (Sorensen, Sorensen, Berg, 2005).

Populácia pinzgauského plemena je malá hlavne z dôvodu využívania malého počtu plemenných býkov v reprodukcii čo súvisí aj s ekonomikou ich odchovu a vysokým percentom zapojenia čistokrvných plemenníc do kríženia s holštajnskými býkmi (Kadlečík, et al., 2007).

Nárast príbuznosti za generáciu je daná predovšetkým veľkosťou chovnej jednotky. Pritom sa musí rozlišovať medzi aktuálnou a efektívnou veľkosťou populácie. Pri normálnom rozdelení (konštantná veľkosť rodín) je možné značný vzostup inbrídingu viac spomaliť (Kadlečík, et al., 2001).

Početne malé populácie majú v porovnaní s veľkými menšie možnosti selekcie a sú v nevýhode aj tým, že sa spravidla chovajú v menej výkonných výrobných podmienok.

So zvyšujúcou sa intenzitou selekcie býkov pri rozširovaní inseminácie vznikajú problémy v zabezpečovaní nepríbuzenského párenia (Pšenica, 1990).

Kritickým faktorom je, že malá populácia je ohrozená stratou schopnosti adaptácie, pretože genetický drift neustále znižuje genetickú variabilitu, čo sa väčšinou prejavuje inbrídnou depresiou alebo vyštiepením letálnych génov (Ballou, Lacy, 1995).

1.3.1 Rozdelenie príbuzenskej plemenitby

Rozoznávame dve formy:

- párenie súrodencov. Dosiahneme ním zvýšenie homozygotnosti vo väčšine autozomálnych génoch, ktoré mal pôvodný rodičovský pár. Každá oddelene tvorená homozygotná línia má však genetický základ odlišný.

- párenie s rodičmi. Pri spätnom krížení rodičov s potomkami sa rovnako zvýši homozygotnosť, ale i celkové genetické podobnosti rôznych kmeňov a línií. V tomto systéme kríženia je tiež možné si vyberať potomkov zakladateľov kmeňov, ktorí sa líšia len v jednom géne, v jednej alele alebo v jednom chromozómovom segmente. Opakovaným príbuzenským spätným párením sa postupne dosiahne stav, kedy sú dva kmene zvierat geneticky takmer zhodné, líšia sa len v jednom zvolenom géne (alele) či znaku. Analyzovaným znakom môže byť prítomnosť, či neprítomnosť niektorej choroby (Hamanová, Hruban, 2000b).

Podľa "sily" príbuzenskej plemenitby ich môžeme rozdeliť na:

- úzku – pripárujú sa rodičia s potomkami alebo súrodenci navzájom, Fx je 12,5% a vyšší.
- blízku - medzi pripárovanými jedincami sú 3-4 voľné generácie, Fx je 12,4% - 3,125%. Príbuzenská plemenitba na dve voľné generácie je v chove pomerne často využívaná. Presnejšie by sme ju mohli definovať ako spojenie jedincov s jedným spoločným priamym predkom.
- vzdialená – s 5 generáciami medzi pripárovanými jedincami, Fx je nižšie ako 3,125% (Klub chovateľov slovenských čuvačov, 2010).

Typy príbuznosti Hamanová a Hruban (2000a) rozdelili nasledovne:

Príbuznosť v priamom rade V rodokmene spätne sledujeme, s akou intenzitou inbrídingu jedinec vznikol. Spočítame, koľko má spoločných predkov a koľko generácii ich od seba delí. Výslednou intenzitou príbuzenského rozmnožovania vyjadríme koeficientom F_i , ktorý má hodnotu od nuly do jednej. Ak je F_i rovné nule, jedinec nemá v rodokmene žiadnych spoločných predkov, nevznikol inbrídingom. Ak je F_i rovné jednej, vznikol dotýčný jedinec najužším inbrídingom po mnoho generácií, a je homozygotný vo všetkých lokusoch, resp. génoch (spojením priamych príbuzných sa dosahuje najvyššieho stupňa inbrídingu). U ich potomkov potom bude $F_i = 0,25$ (0,5 od jedného rodiča x 0,5 od druhého). Ďalším spojením potomkov medzi sebou hodnota koeficientu F_i narastá spočiatku rýchlo, a potom sa postupne spomalí. Za tri generácie bude koeficient 0,5, za 8 generácií 0,825. Koeficient inbrídingu teda udáva redukcii heterozygotných lokusov.

Príbuznosť v bočnom rade. Znova zisťujeme, koľko má každý jedinec z páru spoločných predkov a koľko generácií ich delí. Pýtame sa, v koľkých lokusoch sú obidvaja jedinci zhodní.

O blízkej príbuzenskej plemenitbe sa vo všeobecnosti tvrdí, že nesie so sebou menšie riziká ako úzka príbuzenská plemenitba. Vzdialená príbuzenská plemenitba nesie so sebou podstatne menšie riziká ako úzka a blízka. V zásade platí, že čím bližší je stupeň príbuzenskej plemenitby, tým musí byť prísnejšia selekcia a výber chovných jedincov urobený s väčšou zodpovednosťou (Šuster, 2006).

1.4 Výsledky hodnotenia inbrídingu v experimentoch

Mnohé následky inbrídingu zostávajú bez prejavu a nie sú ľahko zaznamenateľné. Medzi hlavné parametre, ktoré sú zasiahnuté inbrídingom a spôsobujú producentom mlieka najväčšie ekonomické straty, patrí vyššia úmrtnosť teliat, znižovanie odolnosti voči ochoreniam, skracovanie dĺžky života kráv v stáde a zníženie plodnosti kráv.

Čím viac sa zvýši pravdepodobnosť stretnutia tým viac sa zvýši negatívny vplyv na vitálne schopnosti jedinca.

Podľa Kušnera (1969) práve reprodukčné vlastnosti sú najviac postihnuté depresiou z príbuzenskej depresie. Horník (2001) odporúča využívanie priestorovej izolácie zvierat vhodných na príparovanie a chovaných v rozdielnych chovateľských podmienkach, čo môže spôsobiť zvýšenú variabilitu genetického základu príbuzných zvierat a tým aj dosahovanie vysokej úrovne reprodukcie.

Naproti tomu Kasarda a Kadlečík (2007) uvádzajú, že vplyv inbrídingu má ekonomický dopad na ukazovatele produkcie mlieka aj pri kombinovaných plemenách.

Inbrídna depresia ovplyvňuje hlavne vlastnosti skupiny „fitness“, medzi ktoré patria napr. reprodukčné vlastnosti, prežiteľnosť jedincov, ale znižuje aj úroveň produkcie. Zvýšenie intenzity inbrídingu o 1% má za následok zníženie produkcie mlieka holštajnského dobytku o 29,6%, tuku o 1,08kg a bielkovín o takmer 1kg, pri výkrmovom dobytku sa znížila hmotnosť teliat pri narodení o 1,24%.

Podľa Kučeru a Chládku (2005) každé zvýšenie inbrídingu o 1% so sebou prináša v priemere zníženie produkcie o 25 kg mlieka, 0,9 kg tuku a 0,8 kg bielkovín za prvú laktáciu. Pozitívnu stránkou vyššej úrovne inbrídingu je zvýšenie tučnosti mlieka. Ten je však jednoznačne spojovaný s poklesom produkcie mlieka a negatívnym vzťahom medzi týmito úžitkovými vlastnosťami

U holštajnského dobytku hmotnosť pri narodení poklesla z 37 kg na 29 kg, dojivosť sa znížila o 7 percent a tuk o 17 percent, keď úroveň inbrídingu dosiahla hodnotu 50 percent (Savage, 2007b).

Caraviello, et al. (2000) uvádza, že inbríding má vysoko preukazný negatívny vzťah aj k prežiteľnosti. Zvýšenie inbrídingu o 1% predstavuje zníženie prežiteľnosti v priemere od 40 dní.

Nelson (1950) uvádza spomalenie rastu v ranom veku, i keď nie zníženie konečnej hmotnosti, pokles produkcie mliečného tuku 4,5 libry na 1% zvýšenia koeficientu inbrídingu.

Kasarda a Kadlečík (2007) analyzovali ekonomický význam inbrídingu v čistokrvnej populácii pinzgauského plemena na Slovensku a odhadli dopad inbrídingovej depresie na -1,31€ pre SPI, -8,95kg PH mlieka, a -0,37kg PH bielkovín.

Pri inbrídných zvieratách klesla hmotnosť jatočného tela. Inbrídne teľatá častejšie postihovala prenatálna úmrtnosť (Mc Parland, et al., 2008).

Následky inbrídnej depresie postihujú produkčné vlastnosti, kvôli ktorým sú hospodárske zvieratá chované a šľachtené (Hamanová, Hruban, 2000b).

Inbrídna depresia môže negatívne ovplyvniť aj zdravie, plodnosť a dlhovekosť (Kasarda, Kadlečík, 2010).

Všeobecne sa teda depresia prejavuje znížením životaschopnosti, znížením odolnosti k vonkajším činiteľom a oslabením konštitúcie (náchylnosti k infekčným chorobám). Po znížení odolnosti sa spravidla u zvierat objaví znížená plodnosť či neplodnosť. Vyvolá ju strata libida, degenerácia vaječníkov, zmiznutie príznakov ruje a znížená tvorba či poškodenie spermií. Veľa inbrídných kmeňov a línií zanikla práve v dôsledku neplodnosti. Okrem toho sa pri inbrídnej depresii prejavujú poruchy pohybového aparátu, defekty vývoja kostry, osrstenia a pod. U hospodárskych zvierat je depresia prirodzene sprevádzaná znížením produkcie pod ekonomickú únosnosť (Hamanová, Hruban, 2000b).

Zmienili sme sa, že príbuzenská plemenitba na jednej strane vedie k zvyšovaniu homozygotnosti a tým aj k možnosti spoľahlivého prenášaniu žiadúcich vlôh. Na druhej strane v priebehu inbrídizácie dochádza k vyštepovaniu nepriaznivých recesívnych vlôh a k poklesu produkčných ukazovateľov. Súčasne je tiež ale nutné dbať, aby nedošlo k nežiaducemu zúženiu genetickej základne a k nezvratnej strate priaznivých vlôh (Kníže, Kučera, 1978).

Príbuzenské párenie viedlo vždy k inbrídnej depresii. Rozsah a nebezpečnosť dopadu inbrídingu však nemožno jednoznačne predpovedať, každá populácia reaguje inak. Väčšina vlastností, ktoré inbríding nepriaznivo ovplyvňuje, je pod zložitou genetickou kontrolou, ale nepoznáme gény, ktoré tieto vlastnosti riadia, ani ich interakcie. Preto je možné ťažko určiť minimálny rozsah životaschopnej populácie. Experimentálne poznatky zatiaľ iba naznačujú, že uchovanie populácie zníženej na 20-50 kusov je spravidla nemožné. Minimálny životaschopný rozsah udržateľný pri kontrolovanom rozmnožovaní chovateľom býva 50-500 jedincov (Hamanová, Hruban, 2000b).

Wright (1923) popísal, že najjednoduchším vyjadrením príbuzenských vzťahov je stupeň príbuznosti, ktorý sa určuje počtom gamét oddeľujúcich dvoch jedincov navzájom. Následkom zvyšovania príbuznosti je inbrídna depresia, akumulácia a strata genetickej variability, ktoré v malých populáciách pozoroval Frankham (1994).

Príčiny nárastu inbrídingu sú závislé od viacerých okolností, ako sú nerovnomerné využívanie býkov, štruktúra populácie, metódy párenia, zmeny v populačnej veľkosti, atď. (Gutiérrez, et al., 2008).

Všetci chovatelia postupne prispeli k zužovaniu genetickej základne tým, že používal tých istých elitných býkov, pričom zásady testovania a selekcie mladých býkov zostali nezmenené (Savage, 2007a).

V populáciách, kde sa vykonáva párenie príbuzných jedincov jeho negatívny vplyv možno minimalizovať niekoľkými spôsobmi:

- zväčšením aktívnej populácie zvierat,
- zväčšením efektívnej veľkosti populácie (N_e),
- vyrovnaním pomeru pohlavia jedincov
- neselektovaním jedincov v populácii,
- párením jedincov menej príbuzných ako je priemer populácie, môže sa uskutočňovať krížením línií (Kadlečík, et al., 2000).

Pozitívny vplyv inbrídingu súvisí so zvýšením koncentrácie žiaducich génov špecifického predka jeho potomkov a vytvára príležitosť pre heterózny efekt (Kadlečík, Kasarda, 2007).

Kadlečík, et al., (2001) upozornili, že aj keď je hodnota inbrídingu nízka a neznamená okamžité riziko, treba brať do úvahy, že sa jeho hodnota rokmi šľachtiteľského programu kumuluje.

V dôsledku zvyšovania hodnôt inbrídingu bude nevyhnutné vypracovať individuálne pripárovacie plány pre jednotlivé zvieratá v stáde a podrobne preskúmať ich rodokmeň (Kovář, 2008).

1.5 Prejavy inbrídingu u iných druhov

Ošípané

Pri ošípaných bolo preukázané, že inbríding má pomerne veľký vplyv pri fenotypovom vyjadrení reprodukčných a rastových vlastností, a menší vplyv na vlastnosti spojené s charakteristikou jatočných tiel (Leymaster, et al., 1979).

Podľa Buchana a Cluttera mal inbríding významný negatívny vplyv na veľkosť vrhu ošípaných ako aj rast hmotnosti do 154 dní. Výskum tiež ukázal, že kance z vysoko inbrídných línií mali viac problémov s nedostatkom libida a oneskorenou pubertou.

Inbríding pri veľkosti vrhu sa prejavuje znížením počtu živonarodených prasiatok o -0,3 a zníženie hmotnosti odstavčiat cca o -1kg (Rathje, 2000).

Inbríding znižuje dlhovekosť prasnic o 32 dní na 1% inbrídingu (Casellas, et al., 2008).

Kone

Sierszchulski, et al., (2005) vo svojom výskume preukázali negatívny vplyv na reprodukciu, telesnú hmotnosť a telesnú stavbu.

Zvýšenie koeficientu inbrídingu o 1% sa pri koňoch prejavilo podľa Klementsdaal a Johnson (1989) zvýšením početnosti skorých potratov o 1,27%.

Hydina

Pri hydine zvýšenie inbrídingu o 1% malo za následok pokles oplodnenosti vajec o takmer 1% (Szwaczkowski, 2003).

Ovce

Podľa Lamberson a Thomas (1984) má inbríding väčší vplyv na plodnosť a prežiteľnosť jahniat ako na rast.

Vplyv inbrídingu pri ovciach sa prejavuje znížením hmotnosti, plodnosti a odolnosti voči chorobám. Zvýšenie inbrídingu o 1% zodpovedá zníženiu -1,4 narodených jahniat na 100 bahníc, redukcia 2,78 jahniat odchovaných na obahnenú bahnicu a stratu 1,11kg na odstavené jahňa (Gerhart, 1995).

Psy

Negatívnymi dopadmi príbuzenskej plemenitby sú strata "pufrovacej schopnosti" - odolnosti voči stresu a iným záťažiam životného prostredia, úbytok vitality, strata genetickej variability a dedičné choroby. Jedná sa o zníženie vitality a plodnosti (niekedy ide o zdanlivú neplodnosť, pretože embryá ako absolútne neživotaschopné zanikajú ešte behom vnútromaternicového vývoja), poruchy správania, nervové choroby, problémy s kožou a srst'ou atď.

Znížená vitalita sa prejavuje aj menšími a krehkejšími jedincami, zvýšenou náchylnosťou k chorobám, nižšou inteligenciou a kratšou dĺžkou života. Negatívne ovplyvnenie rozmnožovacích schopností sa môže prejavovať nedostatkom pohlavného pudu a následne teda aj menšou chuťou sa páriť, pomalými alebo ťažkými pôrodmi, nepravidelnými vrhmi, väčším počtom defektných šteniat a ich vyššou úmrtnosťou, krátkym obdobím laktácie, nervozitou a zlou starostlivosťou o šteňatá (Fagoš, 2005).

2. Cieľ práce

Inbríding a jeho trendy sú významnými ukazovateľmi ohrozenia populácií zvierat a v konečnom hodnotení vyjadrujú stupeň rizika ohrozenia existencie plemena. Inbríding a s nim súvisiaca inbrídna depresia negatívne ovplyvňujú produkčnú výkonnosť zvierat.

Cieľom práce bolo zhodnotiť vplyv inbrídingu na ukazovatele produkcie mlieka kráv pinzgauského plemena vyjadrené slovenským produkčným indexom a výsledkami genetického hodnotenia mlieka, tuku a bielkovín.

3. Metodika práce a metódy skúmania

Výsledky genetického hodnotenie mliekovej úžitkovosti ako aj rodokmeňové informácie kráv pinzgauského plemena boli získané od Plemenárskych služieb SR v Bratislave. Referenčný súbor tvorilo 2373 kráv žijúcich v roku 2009, ktoré boli zaradené do kontroly mliekovej úžitkovosti. Boli to zvieratá čistokrvné (skupina P0 6,25% podiel iného ako pinzgauského plemena, 1156 ks) aj kríženky (skupiny P1 6,25 – 12,5%, 548 ks a P2 12,5 - 25%, 669 ks) narodené v rokoch 1988 – 2008.

Bolo snahou maximálne skompletizovať rodokmene hodnotených zvierat z hľadiska počtu jedincov v jednotlivých generáciách a počtu generácií. Kvalita rodokmeňov bola odhadnutá pomocou indexu kompletnosti rodokmeňov podľa MacCluer et al., (1983), nasledovne:

$$IKR = \frac{1}{d \sum_{i=1}^d a_i}$$

a_i je podiel známych predkov v generácii i , d je počet nájdených generácií.

Boli použité nasledovné výsledky genetického hodnotenia ukazovateľov produkcie mlieka:

Produkcia mlieka v kg (M), tuku v kg (T) a bielkovín v kg (B) ako aj slovenského produkčného indexu (SPI). Kvalita rodokmeňov bola zhodnotená podľa indexu kompletnosti generácií, z ukazovateľov inbrídingu boli odhadnuté koeficient intenzity inbrídingu a prírastok inbrídingu každého jedinca.

Vplyv inbrídingu bol hodnotený ako štatisticky významný rozdiel v ukazovateľoch produkcie mlieka medzi skupinami inbrídných jedincov pomocou Studentovho t-testu.

Vychádzajúc z výsledkov práce Kasarda, Kadlečík, (2007) zvieratá s koeficientom intenzity inbrídingu $F_i \leq 0,01$ (1%) boli považované za outbrídne. Kravy s odhadnutým koeficientom F_i (270 ks) boli podľa hodnoty F_i rozdelené do 2 skupín:

1.skupina: $F_i \leq 0,01$ (1%)

2.skupina: $F_i \geq 0,011$ (1%)

Ďalšie hodnotenie vplyvu inbrídingu sme robili podľa individuálneho nárastu inbrídingu (ΔF_i) jedincov referenčnej populácie oproti rodičovskej. Kravy sme rozdelili do nasledovných skupín:

1.skupina: $\Delta F_i \leq 0,005$ (0,5%)

2. skupina: $\Delta F_i \geq 0,0051$ (0,1%)

Data pre výpočet inbrídingu boli upravené podľa požiadaviek uvedených v programe Engog v 4.8.

Výsledky ukazovateľov inbrídingu boli vypočítané programovým balíkom Engog v 4.8 User's Guide: A Computer Program for Monitoring Genetic Variability of Populations Using Pedigree Information (Gutiérrez a Goyache, 2010), SAS v. 9.2 bol využitý k úprave databázy a výpočet štatistických údajov.

3.1. Charakteristika slovenského pinzgauského plemena

3.1.1. História chovu a šľachtenie

Slovenský pinzgauský dobytok patrí do skupiny krátkohlavého dobytká /*Brachycephalus*/.

Vznikol prevodným krížením plemien pôvodne chovaných na území severného Slovenska (hnedeého, resp. šedohnedeého karpatského dobytká a červeneého dobytká) s pinzgauským plemenom dovážaným z Rakúska (Zväz chovateľov pinzgauského plemena).

Rozdiel medzi slovenským a rakúskym pinzgauským dobytkom, ktorý sa prejavuje v menšom telesnom rámci a zníženu rastovou intenzitou v neskoršom období je podľa Šalingovej, et al (1996) prejavom vplyvu pôdno – klimatických podmienok na Slovensku.

Začiatok šľachtenia pinzgauského plemena, písomne doloženými záznamami z jeho rozšírenia v najsevernejších župách starého Uhorska, je z rokov 1870 až 1880. Výraznejšie sa začalo pinzgauské plemeno formovať koncom 19. a začiatkom 20. storočia.

Zákonné opatrenia štátu z roku 1894, a vydanie zákona o plemenitbe hospodárskych zvierat č. 169 Zb. z roku 1924 priaznivo pôsobili na konsolidovanie plemien tým, že sa vytvorili chovné oblasti plemien, určil sa ich chovný smer a zaviedla sa kontrola úžitkovosti v r. 1924.

Dlhodobým šľachtením vzniklo plemeno kombinovaného úžitkového typu (trojstranná úžitkovosť - mäso, mlieko, práca), vhodné pre horské oblasti s tvrdšími podmienkami chovného prostredia, s pevnou konštitúciou a dobrou prispôsobivosťou. Svoje adaptačné schopnosti dokazujú chovy pinzgauského plemena v Južnej Afrike, Austrálii, USA, ale i v Rumunsku a podobne (Zväz chovateľov pinzgauského plemena).

V súčasnom období predstavuje slovenské pinzgauské plemeno kombinovaný úžitkový typ dobytky so zameraním na produkciu mlieka a mäsa, pričom variabilita úžitkového typu je predpokladom pre možnú postupnú špecializáciu, hlavne z hľadiska mäsovej úžitkovosti (Pšenica, et al 1998).

Veľmi dobrá chodivosť a pohyblivosť i v ťažkom teréne, umožnilo usmerniť chov do horských a podhorských okresov severného Slovenska (Zväz chovateľov pinzgauského plemena).

V minulosti bol Pinzgauský dobytok značne rozšírený a medzi chovateľmi obľúbený. Choval sa skoro po celej strednej, juhovýchodnej a juhozápadnej Európe. V priebehu 20. storočia sa však oblasť jeho chovu neustále znižuje, pretože je vytlačovaný úžitkovo výkonnejšími plemenami (Botto, et. al., 1988).

V roku 1986 populáciu slovenského pinzgauského dobytky v jeho chovnej oblasti tvorilo 245000 zvierat, z toho 91681 kráv, z ktorých sa považovalo za čistokrvné 48756, čo činilo 53 %. Oproti roku 1986 badať silný pokles nielen početných stavov ale aj 25 % pokles počtu čistokrvných kráv. Tendencia vo veľkosti populácie je klesajúca (napr. rok 1998 – 6841 kráv P0, rok 1999 – 5448 kráv P0) (Zväz chovateľov pinzgauského plemena). Už aj tak alarmujúci nízky stav kráv na Slovensku, s dedičným podielom 93,75% P - 1097 ks, sa v porovnaní s minulým rokom ešte znížil o 151 kusov, zníženie predstavuje -12,09% (Ryba, Dianová, 2008).

Kasarda (2003) zistil, že medziročný pokles veľkosti populácie pinzgauského plemena na Slovensku je na úrovni viac ako 10%.

Nedobrá je situácia v znižovaní aktívnej populácie pinzgauského plemena v zahraničí predovšetkým v krajine jeho pôvodu – v Rakúsku, kde sa jeho podiel znížil len na súčasné necelé štyri percentá (Huba, 2009).

Tento stav poukazuje na potrebu zvýšenia pozornosti chovateľov, ale aj štátnej správy pri tvorbe podmienok pre zachovanie slovenského pinzgauského plemena ako súčasť svetovej génovej rezervy. Slovenská republika veľkosťou chovnej populácie pinzgauského plemena aj napriek ekonomickým tlakom a intenzívnemu pôsobeniu mliekových plemien populácie je súčasťou pre vytváranie základnej bázy génovej rezervy s európskym, ale i svetovým významom.

3.1.2 Cieľ chovu a štandard pinzgauského plemena

Pre úspešný chov pinzgauského plemena v budúcnosti vo všetkých lokalitách sa objavuje potreba úzkej spolupráce všetkých jeho chovateľov a šľachtiteľov bez ohľadu na hranice štátov (Zväz chovateľov pinzgauského plemena).

Podľa Kasardu a Kadlečíka (2010) cieľom chovu slovenského pinzgauského plemena musí byť v prvom rade zachovanie continuity genetických zdrojov, zastavenie súčasnej negatívnej tendencie poklesu a rozvoj početných stavov pinzgauského plemena. Podobne treba zvýšiť variabilitu v rámci populácie zvyšovaním počtu býkov, pri zachovaní pozitívneho genetického zisku.

Pre perspektívne potreby využitia plemena a zlepšenia diverzity je rozhodujúce zachovať schopnosť produkcie mlieka bohatého na špecifické bielkoviny využiteľné v syrárstve, doteraz nerealizované potencie v mäsovej úžitkovosti, vysokú úroveň využitia objemových krmív, konštitučnú pevnosť, kvalitný paznecht, otužilosť, skromnosť, dobrú reprodukciu a dlhovekosť, ľahké telenie, dobré materské vlastnosti, odolnosť voči chorobám, schopnosť adaptácie na rôzne prírodné podmienky (Zväz chovateľov pinzgauského plemena).

Typické štandardné sfarbenie pre toto plemeno je prevládajúca gaštanovo červená až červenohnedá farba s typickými bielymi odznakmi - biely pás po chrbte a biela spodná časť tela, ktorá vytvára i biele manžety na končatinách, ktoré sú tiež tmavé, takisto i hlava .

Súčasná požiadavky na štandard sú :

- výška dojníc v kohútiku 128 – 131 cm
- živá hmotnosť kráv 480 – 590 kg
- živá hmotnosť býkov 1150 kg.

Štandard úžitkových vlastností pre produkciu mlieka :

- na 1. laktácii je 2900 – 3200 kg
- v 2. a ďalších laktáciách 3600 – 4000 a viac kg mlieka
- produkcia bielkovín na 1. laktácii 94 – 104 kg
- na 2. a ďalších laktáciách 119 – 132 kg
- obsah bielkovín na 1. laktácii 3,25 – 3,3
- na 2. a ďalších laktáciách 3,3% a viac

- obsah tuku na 1. laktácii min. 3,9%
 - na 2. a ďalších laktáciách min. 3,9%
 - celoživotná produkcia bielkovín 650 kg
- (Zväz chovateľov pinzgauského plemena)

Obr. 1
[Býk plemena pinzgau]



(foto: Ovšaník, J.)

Obr. 2
[Krava plemena pinzgau]



(foto: Ovšaník, J.)

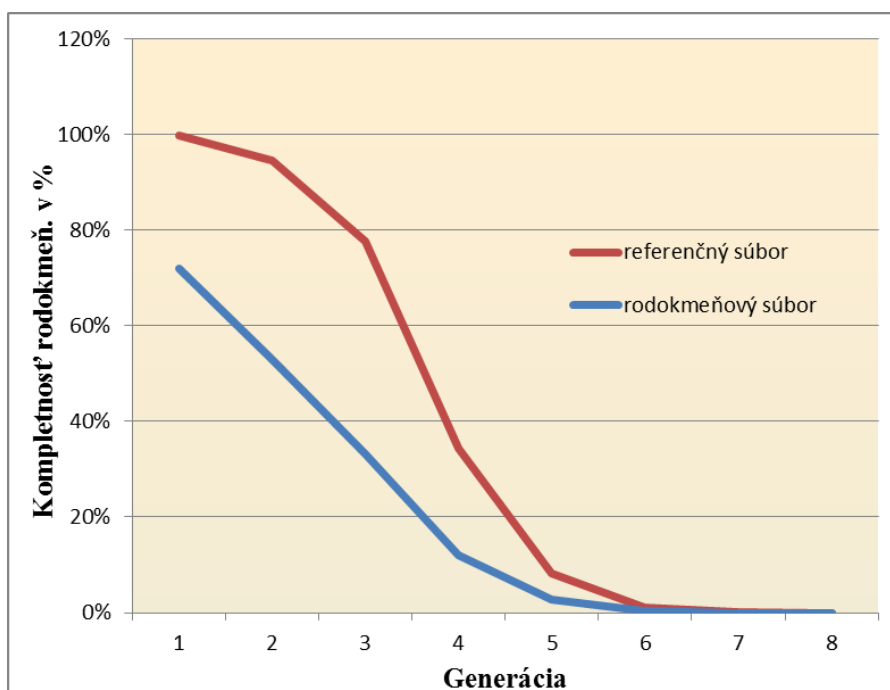
4. Výsledky práce a diskusia

4.1. Kompletnosť rodokmeňov

Rodokmene sú považované za veľmi dôležité zdroje informácií o stave a vývoji populácií. Je preto snahou aby sa zaznamenávali čo najpresnejšie. Súvisí to s ich praktickým využívaním napríklad aj pri genetickom hodnotení zvierat. Kvalitu rodokmeňových informácií možno hodnotiť podľa viacerých ukazovateľov. Gutiérrez, Goyache, (2005) popísali a v programe odporúčenom pre monitorovanie genetickej variability populácií použitím rodokmeňových informácií použili niektoré z nich. Tieto ukazovatele vyjadrujú napríklad aký maximálny počet generácií predkov sa v rodokmeni zistil alebo ekvivalentný počet generácií predkov, ktorý sa počíta ako podiel všetkých známych predkov cez všetky nájdené generácie. Tento ukazovateľ sa vypočíta ako $0,5^n$, kde n je počet generácií medzi jedincom a každým známym predkom (Maignel, et al., 1996). Často je používaný aj index kompletnosti rodokmeňov podľa MacCluera, et al., (1983). Ide o index pri výpočte ktorého sa berie do úvahy podiel známych predkov v rodokmeni a počet zistených generácií predkov. Výsledky hodnotenia rodokmeňov jedincov referenčnej populácii sú uvedené v nasledovnom grafe (obr. 3).

Obr. 3

[Výsledky hodnotenia rodokmeňov]



Z výsledkov vidieť lepšiu kompletnosť rodokmeňov zvierat z referenčného súboru ako celom rodokmeňovom.

Referenčný súbor mal v prvej generácii rodokmeňov kompletných skoro na 100%, rovnako druhá generácia je veľmi vysoko kompletná. Naproti tomu má rodokmeňový súbor v prvej generácii rodokmene kompletné len na 72% a druhá generáciu je kompletná asi len na polovicu. Z dosiahnutých výsledkov vidieť potrebu zlepšenia kompletnosti rodokmeňov. Kompletnosť rodokmeňových informácií je dôležitá pretože výsledky odhadov koeficientov intenzity inbrídingu aprírastok intenzity inbrídingu s ňou priamo súvisia. Napriek tomu, že rodokmeňové informácie siahajú až do 8 generácie výsledok je potrebné hodnotiť rigorózne a možno ich porovnať s výsledkami Maignel, et al., (1996), ktorí zistili významný pokles kompletnosti rodokmeňov od rodičovskej generácie 8 francúzskych mliekových plemien dobytká. Vyššiu kompletnosť rodokmeňov zistili u pinzgauškého dobytká Soelkner, et al., (1998), ale sú porovnateľné s výsledkami Baumung a Soelkner (2002). Podstatne vyššiu kompletnosť rodokmeňov rakúskeho norika zistili Druml, et al., (2009).

4.2. Inbríding a produkcia mlieka

Variačno – štatistické hodnoty inbrídingu a ukazovateľov produkcie mlieka sú uvedené v tabuľke 1. Z nej vidieť veľkú variabilitu SPI, plemenných hodnôt produkcie mlieka a bielkovín, a pomerne nízke hodnoty F_i a ΔF_i . Priemerná hodnota F_i sa pohybovala na úrovni 0,5 %, a ΔF_i 0,25 % v celom rodokmeňovom súbore.

Tab. 1

[Základná štatistika ukazovateľov inbrídingu a genetického hodnotenia mlieka]

Ukazovateľ	\bar{x}	$s_{\bar{x}}$	Min_x	Max_x	n
SPI	6,83	1049,00	-3589,00	5211,00	2271
M305	1,14	245,74	-789,40	1184,50	2271
T305	-0,47	10,22	-32,25	62,51	2271
B305	0,31	8,35	-29,07	37,95	2271
F_i	0,0057	0,027	0	0,25	2373
ΔF_i	0,0025	0,013	0	0,23	2373

Tab. 2
[Základná štatistika ukazovateľov inbrídingu a genetického hodnotenia mlieka
v skupinách podľa F_i]

Skupiny podľa F _i	n	Ukazovateľ	\bar{x}	$s_{\bar{x}}$	Min _x	Max _x	n
1	78	SPI	347,1	876,72	-1677,00	2785,00	74
		M305	69,99	213,32	-477,00	747,70	74
		T305	2,61	8,08	-17,51	20,66	74
		B305	3,07	7,48	-14,64	30,73	74
2	192	SPI	123,3	1088,37	-2027,00	4086,00	179
		M305	27,17	252,76	-450,90	918,30	179
		T305	0,46	10,64	-21,81	35,91	179
		B305	1,30	8,57	-14,93	34,23	179

Po rozdelení stáda podľa hodnoty F_i boli vytvorené dve skupiny zvierat, pričom hodnotenie sa robilo iba u zvierat ktoré vznikli príbuzenskou plemenitbou. Prvú skupinu tvorili kravy s F_i do jedného percenta a druhú nad 1%. Z výsledkov uvedených v tabuľke 2 vidieť podstatne vyššie hodnoty SPI, plemenných hodnôt produkcie mlieka, tuku a bielkovín ako u zvierat s vyšším inbrídingom. Medziskupinové rozdiely medzi priemernými hodnotami ukazovateľa SPI boli 223,85; pri mlieku 42,82 kg; tuku 2,15 kg a pri bielkovinách 1,77kg, v prospech prvej skupiny.

Výsledky poukazujú iba na určitú tendenciu, pretože rozdiely priemerných hodnôt ukazovateľov produkcie mlieka neboli štatisticky preukazné (tabuľka 3). Štatisticky nevýznamné rozdiely medzi nepríbuznými kravami a kravami s príbuznosťou do 1% zistili aj Kadlečík, et al., (2008) pri čistokrvných pinzgauských kravách. Rozdiely medzi kravami s F_i do 1% a nad jedno percento boli štatisticky preukazné.

Tab. 3
[Testovanie významnosti rozdielov priemerných hodnôt ukazovateľov genetického
hodnotenia úžitkovosti v skupinách podľa hodnoty F_i (výpočet z tab. 2)]

Skupina	Ukazovateľ	Diferencia	Stupne voľnosti	Preuk
1 : 2	SPI	223,85	251,00	1,72 ⁻
	M305	42,82	251,00	1,37 ⁻
	T305	2,15	251,00	1,75 ⁻
	B305	1,77	251,00	1,64 ⁻

Pretože v dostupnej literatúre bolo poukázané nato, že prírastok inbrídingu za generáciu by mohol byť lepším ukazovateľom rozdelili sme skupinu kráv do dvoch skupín podľa ΔF_i . Po rozdelení súboru do skupín podľa ΔF_i (0,5%) sme dostali skupiny o počtoch 86 a 184 ks zvierat.

Tab. 4

[Základná štatistika ukazovateľov inbrídingu a genetického hodnotenia mlieka v skupinách podľa ΔF_i]

Skupiny podľa ΔF_i	n	Ukazovateľ	\bar{x}	$s_{\bar{x}}$	Min _x	Max _x	n
1	86	SPI	306,01	890,35	-1677,00	2785,00	79
		M305	61,46	216,60	-477,00	747,70	79
		T305	2,21	8,30	-17,51	20,66	79
		B305	2,75	7,51	-14,64	30,73	79
2	184	SPI	135,54	1091,67	-2027,00	4086,00	174
		M305	29,81	253,03	-450,90	918,30	174
		T305	0,58	10,65	-21,81	35,91	174
		B305	1,39	8,61	-14,93	34,23	174

Rovnako aj pri tomto rozdelení podľa ΔF_i sme zistili rozdiely v priemerných hodnotách jednotlivých ukazovateľov vyššie v 1 skupine (SPI 170,47; mlieko 31,64kg, tuk 1,63kg, bielkoviny 1,36kg). Podobne aj v tomto prípade rozdiely priemerných hodnôt ukazovateľov produkcie mlieka neboli štatisticky preukazné (tabuľka 5). Nemôže sa teda jednoznačne potvrdiť negatívny vplyv inbrídingu na ukazovatele produkcie mlieka.

K rovnakému záveru dospeli aj Rybanská, Strapáková (2000), ktoré skúmali vplyv inbrídingu na produkciu mlieka holštajnského plemena.

Tab. 5

[Testovanie významnosti rozdielov priemerných hodnôt ukazovateľov genetického hodnotenia úžitkovosti v skupinách podľa hodnoty ΔF_i]

Skupina	Ukazovateľ	Diferencia	Stupne voľnosti	Preuk
1 : 2	SPI	170,47	251,00	1,31 ⁻
	M305	31,64	251,00	1,02 ⁻
	T305	1,63	251,00	1,32 ⁻
	B305	1,36	251,00	1,28 ⁻

Pretože rozdiely priemerných hodnôt ukazovateľov produkcie mlieka medzi skupinami neboli štatisticky preukazné bolo našou snahou zistiť do akej miery výsledky súvisia s plemennou štruktúrou hodnotenej populácie v ktorej sa nachádzali zvieratá čistokrvné aj krížanky. Z uvedeného dôvodu sme rozdelili obidve skupiny do subpopulácií podľa plemennej príslušnosti plemenníc.

Rozdelenie kráv do skupín podľa dedičných podielov pinzgauského a iných plemien v celom súbore vidieť z tabuľky 6. Menší podiel tvorili čistokrvné kravy 48,7% a 51,3% bolo krížaniek. Z nich tvorilo 28,2% plemenná skupina P2 a plemennú skupinu P1 tvorilo 23,1%.

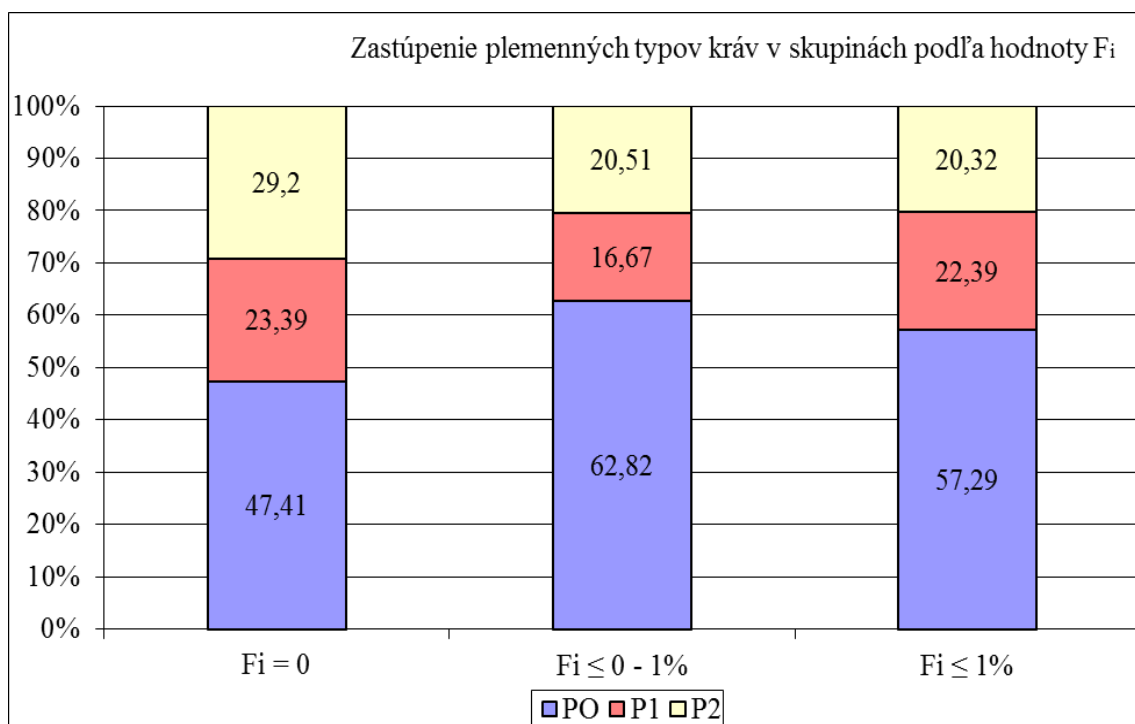
Tab. 6

[Počet jedincov v referenčnom súbore podľa plemenných skupín]

Plemenná skupina	n
P0	1156
P1	548
P2	669

Obr. 4

[Zastúpenie plemenných typov kráv v skupinách podľa hodnoty F_i]



Na obr. 4 vidíme zastúpenie jednotlivých plemenných skupín kráv rozdelených podľa úrovne F_i . Najviac čistokrvných kráv bolo v skupine s F_i do 1%.

V ďalšej časti práce sme zisťovali a testovali rozdiely priemerných hodnôt F_i a ΔF_i v skupinách pri delení podľa rovnakých ukazovateľoch. Z tabuľky 7 vidieť, že rozdiely v intenzite inbrídingu ako aj prírastku inbrídingu za generáciu boli medzi skupinami štatisticky veľmi významné v oboch ukazovateľoch (tabuľky 7 a 8).

Tab. 7

[Základná štatistika intenzity inbrídingu a prírastku intenzity inbrídingu podľa skupín F_i]

Skupiny podľa F_i	n	Ukazovateľ	\bar{x}	$s_{\bar{x}}$	Min _x	Max _x
1	78	F_i	0,0057	0,0026	0,0019	0,0097
		ΔF_i	0,0021	0,0010	0,0005	0,0040
2	192	F_i	0,0686	0,0702	0,0117	0,2500
		ΔF_i	0,0303	0,0378	0,0034	0,2372

Jedince prvej skupiny mali priemernú hodnotu $F_i = 0,57\%$, s variačným rozpätím 0,19 - 0,97%. Priemerný prírastok inbrídingu sa pohyboval hodnotách 0,21% s minimom na 0,05% a maximom na 0,40%.

Priemerná intenzita inbrídingu druhej skupiny sa pohyboval na úrovni 6,86%. Táto hodnota sa však už pohybuje nad „kritickú“ úroveň percenta inbrídingu, ktorú Lichanec (2002) odporučil na 6,25%. Minimálna hodnota bola 1,17% a maximálna 25%. Priemerný prírastok bol 3,03%. Podľa Nelsona, Lusha (1950), by mala byť inbrizácia uskutočňovaná tak, aby nárast F_i nepresiahla hodnotu 2%. Minimum bolo 0,34% a maximum 23,72%.

Priemerná hodnota F_i z oboch skupín bola na úrovni 3,715%, čo je porovnateľné s výsledkom Kadlečík, et al., (2008), ktorý čistokrvným zvieratám určili priemernú hodnotu koeficienta inbrídingu na 3,077%.

Tab. 8

[Rozdiely priemerných hodnôt intenzity inbrídingu a prírastku intenzity inbrídingu podľa skupín F_i (výpočet z tab. 7)]

Znak 1	Znak 2	T - test	Stupne voľnosti	Dif	Preuk
1 skup. F_i	2. skup. F_i	12,38	268	-0,06	+++
1 skup. ΔF_i	2. skup. ΔF_i	10,34	268	-0,03	+++

Pri testovaní preukaznosti rozdielov priemerov inbrídingu ako aj prírastkov inbrídingu medzi skupinami vytvorenými podľa F_i sa zistili v oboch ukazovateľoch vysoko preukazné rozdiely. Tento záver vidieť z tabuľky 8.

V tabuľke 9 sú uvedené výsledky základnej štatistiky hodnôt F_i a ΔF_i podľa plemenných skupín (podskupiny) a delenia zvierat do 2 skupín podľa hodnoty F_i . Z nej vidieť, že hodnoty F_i sa pohybovali od 0,55 do 0,65 %, resp. u kráv s príbuznosťou nad 1 % to bolo 6,73 – 7,22 %.

Výsledky poukazujú na to, že kravy v skupinách kríženiak oboch skupín mali vyššie priemerné hodnoty intenzity inbrídingu a prírastku inbrídingu ako čistokrvné. Kravy v skupine s F_i väčšou ako 1 % mali vyššie hodnoty oboch ukazovateľov inbrídingu ako v 1. skupine.

Tab. 9

[Základná štatistika intenzity inbrídingu a prírastku intenzity inbrídingu podľa skupín F_i a plemenných skupín]

Skupiny podľa F_i	Plemenná skupina	n	Ukazovateľ	\bar{x}	$S_{\bar{x}}$	Min _x	Max _x
1	P0	49	F_i	0,0055	0,0027	0,0019	0,0097
			ΔF_i	0,0019	0,0010	0,0005	0,0033
	P1	13	F_i	0,0057	0,0028	0,0019	0,0087
			ΔF_i	0,0020	0,0011	0,0006	0,0034
	P2	16	F_i	0,0065	0,0018	0,0039	0,0078
			ΔF_i	0,0027	0,0009	0,0012	0,0040
2	P0	110	F_i	0,0673	0,0679	0,0117	0,2500
			ΔF_i	0,0296	0,0386	0,0034	0,2372
	P1	43	F_i	0,0722	0,0701	0,0117	0,2500
			ΔF_i	0,0307	0,0328	0,0045	0,1422
	P2	39	F_i	0,0683	0,0780	0,0156	0,2500
			ΔF_i	0,0320	0,0411	0,0049	0,1813

Tieto údaje korešpondujú s výsledkami Bezdíčka (2007), ktorý taktiež udáva, že čím vyššiu hodnotu F_i mala rodičovská populácia, tým vyšší bol medzigeneračný nárast inbrídingu.

Výsledky testovania rozdielov priemerných hodnôt F_i a ΔF_i podľa plemenných skupín v rámci a medzi skupinami 1 a 2 sú uvedené v tabuľkách 10 a 11. Z nich vidieť, že kravy plemenných skupín P0, P1 a P2 ktoré boli inbrídne s F_i nad 1 % mali vyššie hodnoty F_i ako čistokrvné a aj krížanky z 1. skupiny. Takmer rovnaké sú výsledky v hodnotení preukaznosti ΔF_i .

Pri testovaní preukaznosti rozdielov priemerných hodnôt prírastku inbrídingu v skupinách rozdelených podľa ΔF_i (Tab. 11), sme okrem vysoko preukazných rozdielov medzi skupinami 1 a 2, navyše zistili aj preukazný rozdiel medzi plemennou skupinou P0 a P2 v rámci prvej skupiny.

Tab. 12

[Základná štatistika intenzity inbrídingu a prírastku inbrídingu podľa skupín ΔF_i]

Skupiny podľa ΔF_i	n	Ukazovateľ	\bar{x}	$s_{\bar{x}}$	Min _x	Max _x
1	86	F_i	0,0066	0,0036	0,0019	0,0156
		ΔF_i	0,0023	0,0012	0,0005	0,0049
2	184	F_i	0,0709	0,0707	0,0156	0,2500
		ΔF_i	0,0314	0,0382	0,0050	0,2372

Pri vytvorení skupín podľa ΔF_i zvieratá 2 skupiny mali v obidvoch ukazovateľoch štatisticky preukazne vyššie hodnoty inbrídingu ako v 1. skupine (tabuľka 13).

Tab. 13

[Rozdiely priemerných hodnôt intenzity inbrídingu a prírastku inbrídingu podľa skupín ΔF_i (výpočet z tab. 12)]

Znak 1	Znak 2	T - test	Stupne voľnosti	Dif	Preuk
1. skup. F_i	2. skup. F_i	12,30	268	-0,06	+++
1. skup. ΔF_i	2. skup. ΔF_i	10,32	268	-0,03	+++

Tab. 14

[Základná štatistika intenzity inbrídingu a prírastku inbrídingu podľa skupín ΔF_i a plemenných skupín]

Skupiny podľa ΔF_i	Plemenná skupina	n	Ukazovateľ	\bar{x}	$s_{\bar{x}}$	Min _x	Max _x
1	P0	55	F_i ΔF_i	0,0065 0,0022	0,0039 0,0013	0,0019 0,0005	0,0156 0,0049
	P1	14	F_i ΔF_i	0,0062 0,0022	0,0031 0,0012	0,0019 0,0006	0,0117 0,0045
	P2	17	F_i ΔF_i	0,0071 0,0028	0,0028 0,0010	0,0039 0,0012	0,0156 0,0049
2	P0	104	F_i ΔF_i	0,0703 0,03106	0,0686 0,0392	0,0156 0,0051	0,2500 0,2372
	P1	42	F_i ΔF_i	0,0736 0,0313	0,0703 0,0330	0,0156 0,0050	0,2500 0,1422
	P2	38	F_i ΔF_i	0,0697 0,0327	0,0786 0,0414	0,0156 0,0050	0,2500 0,1813

Pri rozdelení podľa ΔF_i boli hodnoty F_i a ΔF_i nasledujúce:

Plemenná skupina P0 v prvej skupine mala priemerný inbríding 0,65%, priemerný nárast inbrídingu 0,22%. V druhej skupine mala priemerný inbríding 7,03%, priemerný nárast inbrídingu 2,96%.

Plemenná skupina P1 v prvej skupine bol priemerný inbríding 0,62% a priemerný nárast 0,22%. V druhej skupine to boli hodnoty 7,36% a 3,13%

Plemenná skupina P2 prvá skupina sa pohybovala na týchto úrovniach: priemerný inbríding 0,71% s priemerným nárastom 0,28%. Druhá skupina mala tieto hodnoty: priemerný inbríding 6,97%; priemerný nárast 3,27%.

Pri druhej skupine sme zistili skoro totožné výsledky bez ohľadu na plemennú skupinu. Kde sa priemer F_i pohyboval na úrovni okolo 7% a priemerný nárast v hodnotách okolo 3,2%, iba jedince P0 mali nárast „iba“ o 2,3%. Výsledky testovania rozdielov hodnôt F_i a ΔF_i (tab.15 a 16) sú rovnaké ako tie isté ukazovatele pri triedení podľa F_i .

Tab. 15

[Rozdiely priemerných hodnôt intenzity inbrídingu podľa skupín ΔF_i
a plemenných skupín (výpočet z tab. 14)]

Znak 1	Znak 2	T - test	Stupne voľnosti	Dif	Preuk
1 skup. P0	1 skup. P1	0,34	67	0,00	-
1 skup. P0	1 skup. P2	0,65	70	0,00	-
1 skup. P0	2 skup. P0	9,45	157	-0,06	+++
1 skup. P0	2 skup. P1	6,18	95	-0,07	+++
1 skup. P0	2 skup. P2	4,95	91	-0,06	+++
1 skup. P1	1 skup. P2	0,83	29	0,00	-
1 skup. P1	2 skup. P0	9,46	116	-0,06	+++
1 skup. P1	2 skup. P1	6,20	54	-0,07	+++
1 skup. P1	2 skup. P2	4,97	50	-0,06	+++
1 skup. P2	2 skup. P0	9,35	119	-0,06	+++
1 skup. P2	2 skup. P1	6,12	57	-0,07	+++
1 skup. P2	2 skup. P2	4,90	53	-0,06	+++
2 skup. P0	2 skup. P1	0,26	144	0,00	-
2 skup. P0	2 skup. P2	0,04	140	0,00	-
2 skup. P1	2 skup. P2	0,24	78	0,00	-

Pri porovnávaní údajov v rámci prvej a druhej skupiny sme nezistili žiadne preukazné rozdiely. Naproti tomu pri porovnávaní údajov medzi skupinami 1 a 2, sme zistili vysoko preukazné rozdiely. Podobne z tab.16 vidieť výsledky testovania

Tab. 16

**[Rozdiely priemerných hodnôt prírastku inbrídingu podľa skupín ΔF_i
a plemenných skupín (výpočet z tab. 14)]**

Znak 1	Znak 2	T - test	Stupne voľnosti	Dif	Preuk
1 skup. P0	1 skup. P1	0,01	67	0,00	-
1 skup. P0	1 skup. P2	1,94	70	0,00	-
1 skup. P0	2 skup. P0	7,48	157	-0,03	+++
1 skup. P0	2 skup. P1	5,70	95	-0,03	+++
1 skup. P0	2 skup. P2	4,54	91	-0,03	+++
1 skup. P1	1 skup. P2	1,41	29	0,00	-
1 skup. P1	2 skup. P0	7,45	116	-0,03	+++
1 skup. P1	2 skup. P1	5,69	54	-0,03	+++
1 skup. P1	2 skup. P2	4,53	50	-0,03	+++
1 skup. P2	2 skup. P0	7,31	119	-0,03	+++
1 skup. P2	2 skup. P1	5,58	57	-0,03	+++
1 skup. P2	2 skup. P2	4,45	53	-0,03	+++
2 skup. P0	2 skup. P1	0,04	144	0,00	-
2 skup. P0	2 skup. P2	0,22	140	0,00	-
2 skup. P1	2 skup. P2	0,17	78	0,00	-

4.3. Rozdiely v ukazovateľoch produkcie mlieka

Rozdiely v ukazovateľoch produkcie mlieka medzi skupinami zvierat vykazovali štatisticky nevýznamnú tendenciu, že kravy s inbrídingom väčším ako 1% mali menej priaznivé hodnoty ukazovateľov produkcie mlieka ako kravy 1. skupiny. Z uvedeného dôvodu sme kravy obidvoch skupín rozdelili na podskupiny podľa toho či boli čistokrvné (P0) alebo kríženky (P1 a P2).

Výsledky základnej štatistiky sú uvedené v tabuľke 17. Z nej vidieť, že menej inbrídne čistokrvné kravy mali priaznivejšie hodnoty ukazovateľov produkcie mlieka ako inbrídnejšie zvieratá. V rámci 1. a 2. Skupiny mali priaznivejšie hodnoty SPI, M305, T305 a B305 kríženky ako čistokrvné plemenice.

Tab. 17
[Základná štatistika ukazovateľov produkcie mlieka podľa skupín F_i
a plemenných skupín]

Skupiny podľa F _i	Plemenná skupina	n	Ukazovateľ	\bar{x}	$s_{\bar{x}}$	Min _x	Max _x	n
1	P0	49	SPI	176,46	898,30	-1677,00	2785,00	47
			M305	33,14	218,84	-477,00	747,70	47
			T305	1,14	8,12	-17,51	15,51	47
			B305	1,67	7,83	-14,64	30,73	47
	P1	13	SPI	643,58	758,05	-1081,00	1702,00	12
			M305	114,93	180,59	-304,30	370,30	12
			T305	6,51	7,11	-8,31	20,36	12
			B305	5,00	6,34	-8,84	14,33	12
	P2	16	SPI	644,80	798,09	-471,00	2745,00	15
			M305	149,48	203,10	-145,70	714,60	15
			T305	4,10	7,80	-6,84	20,66	15
			B305	5,92	6,36	-3,10	23,10	15
2	P0	110	SPI	120,45	1183,43	-2027,00	4086,00	106
			M305	27,08	277,45	-450,90	918,30	106
			T305	0,38	11,46	-21,81	35,91	106
			B305	1,29	9,30	-14,93	34,23	106
	P1	43	SPI	114,84	1083,98	-2005,00	3051,00	38
			M305	16,57	250,03	-436,10	699,10	38
			T305	0,74	10,55	-21,22	29,32	38
			B305	1,12	8,60	-14,79	24,15	38
	P2	39	SPI	141,11	772,84	-1161,00	2092,00	35
			M305	38,95	168,62	-316,80	432,00	35
			T305	0,36	8,10	-13,14	21,03	35
			B305	1,50	6,10	-11,30	15,90	35

Tab. 19

[Základná štatistika ukazovateľov produkcie mlieka podľa skupín ΔF_i a plemenných skupín]

Skupiny podľa ΔF_i	Plemenná skupina	n	Ukazovateľ	\bar{x}	s	Min _x	Max _x	n
1	P0	55	SPI	132,62	915,30	-1677,00	2785,00	51
			M305	22,44	223,36	-477,00	747,70	51
			T305	0,72	8,43	-17,51	15,51	51
			B305	1,34	7,84	-14,64	30,73	51
	P1	14	SPI	595,30	746,36	-1081,00	1702,00	13
			M305	112,95	173,05	-304,30	370,30	13
			T305	5,84	7,23	-8,31	20,36	13
			B305	4,66	6,19	-8,84	14,33	13
	P2	17	SPI	644,80	798,09	-471,00	2745,00	15
			M305	149,48	203,10	-145,70	714,60	15
			T305	4,10	7,80	-6,84	20,66	15
			B305	5,92	6,36	-3,10	23,10	15
2	P0	104	SPI	140,17	1187,33	-2027,00	4086,00	102
			M305	32,19	277,71	-450,90	918,30	102
			T305	0,56	11,47	-21,81	35,91	102
			B305	1,44	9,35	-14,93	34,23	102
	P1	42	SPI	117,51	1098,81	-2005,00	3051,00	37
			M305	14,61	253,18	-436,10	699,10	37
			T305	0,82	10,69	-21,22	29,32	37
			B305	1,13	8,71	-14,79	24,15	37
	P2	38	SPI	141,11	772,84	-1161,00	2092,00	35
			M305	38,95	168,62	-316,80	432,00	35
			T305	0,36	8,10	-13,14	21,03	35
			B305	1,50	6,10	-11,30	15,90	35

Z výsledkov je zrejmé, že čistokrvné kravy s nižšou úrovňou inbrídingu majú priaznivejšie hodnoty ukazovateľov produkcie mlieka, čo sa zhoduje s konštatovaním Kasarda a Kadlečík, (2010). Podobne Tyler, et al., (1949) zistili pri holštajnských kravách, že inbrídne zvieratá produkovali menej mlieka. Rozdiel vo výsledku v našej práci a uvedených autorov je v tom, že v našej práci neboli tieto tendencie štatisticky preukazné (tabuľky 18 a 19).

5. Záver

V súlade s cieľom práce sme zhodnotili vplyv inbrídingu na ukazovatele produkcie mlieka kráv pinzgauského plemena.

Dosiahnuté výsledky hodnotíme nasledovne:

1. V práci bola potvrdená štatisticky nevýznamná tendencia negatívneho vplyvu príbuzenskej plemenitby na ukazovatele produkcie mlieka vyjadrené hodnotami SPI a plemennými hodnotami na produkciu mlieka, tuku a bielkovín.
2. Pri rozdelení dvoch skupín kráv podľa plemenných skupín sme zistili, že menej príbuzné čistokrvné kravy skupiny 1 mali priaznivejšie výsledky ukazovateľov produkcie mlieka ako tie s vyšším inbrídingom. V rámci skupín kráv s vyššou a nižšou hodnotou inbrídingu mali priaznivejšie výsledky krížanky ako čistokrvné plemennice.
3. Rozdiely v ukazovateľoch produkcie mlieka medzi skupinami 1 a 2 neboli štatisticky preukazné napriek tomu rozdiely boli značné. Aj z toho vidieť, že šľachtiteľskú prácu s plemenami treba organizovať tak aby sa obmedzovalo párenie príbuzných jedincov alebo sa vylúčilo.
4. Výsledky boli rovnaké keď sa za ukazovateľov príbuzenskej plemenitby považovala hodnota intenzity individuálneho inbrídingu alebo prírastok inbrídingu za generáciu. Rozdiely v skupinách kráv 1 a 2 v hodnotách intenzity inbrídingu ako aj jeho prírastku za generáciu boli štatisticky významné.

V šľachtení by sme sa mali zameriavať na také šľachtiteľské ciele a programy, ktoré berú ohľad na biodiverzitu a to nielen u hovädzieho dobytká. Pretože bez biodiverzity nie je život možný. Chráňme všetky plemená i druhy nielen zvierat a zachovajme preto toto dedičstvo pre budúce generácie

6. Zoznam použitej literatúry

1. BALLOU J.D. - LACY R.C., 1995: Identifying genetically important individuals for management of genetic variation in pedigreed populations. In: Ballou J. D, Gilpin M. E, Foose T. J. , (eds) *Population management for survival and recovery: analytical methods and strategies in small population conservation*. Vol 375. New York: Columbia University Press; 1995, 76-111.
2. BAUMUNG, R. – SÖLKNER, J. 2002. Analysis of pedigrees of Tux-Zillertal, Carinthial Blond and Original Pinzgau cattle population in Austria. In: *J. Anim. Breed.Genet.*, Vol. 119, 2002, p. 175-181.
3. BELLÉR, I. - PLESNÍK, J., 1974: Pôsobenie príbuzenskej plemenitby na úžitkovosť dojníc. In: *Živočišna výroba (Czech J. Anim. Sci)*, 19, 1974, s. 117-124.
4. BEZDÍČEK, J., 2007. Příbuzenská plemenitba hospodárskych zvierat. Inbreeding – strata i zisk. In: *Vesmír*, roč. 86 , č.12 , s. 758 – 759, ISSN 1214-4029.
5. BOTTO, V. - Koniček, R. - Pásek, V., 1988 *Chov hovädzieho dobytku*, Bratislava: Príroda, 2 vydanie. 503 str.
6. BOUŠKA, J., et al., 2006. *Chov dojeného skotu*, s. 186, Praha: Profi Press. ISBN 80-86726-16-9.
7. BRESTENSKÝ, V., et al., 2002 *Sprievodca chovateľa hospodárskych zvierat*, Výskumný ústav živočišnej výroby Nitra. 2002, strán 231.
8. BUCHANAN, D.S. - CLUTTER, A.C., (2011) Inbreeding In Swine, [online] [cit. 2011-02-15]. Dostupné na :
<http://pods.dasnr.okstate.edu/docushare/dsweb/Get/Document-2129/ANSI-3606web.pdf>.

9. BULLA, J., 1996: FAO a programy biodiverzity hospodárskych zvierat v Slovenskej republike In: *Biodiverzita v chove zvierat*. Štátna veterinárna správa Slovenskej republiky Bratislava, 1996, str. 6-11. ISBN 80-7148-020-7 strán 102.
10. CANDRÁK, J. - LICHANEC, I., 2007. Odhad plemenných hodnôt typu v populácii holsteinského plemena na Slovensku In: *Odhad plemenných hodnôt exteriéru holsteinského dobytku na Slovensku*, Slovenská holštajnská asociácia, 72 s.
11. CANDRÁK, J., 1997: Plemenná hodnota a mlieková úžitkovosť hovädzieho dobytku, In: *Roľnícke noviny*, 7, 1997, č 22, s 10.
12. CARAVIELLO, Y. - WEIGEL, K.A. - GIANOLA, D., 2000. Analysis of the relationship between linear type traits, inbreeding and survival in US Jersey cows In: *Journal of Animal Science*, vol 79, 2000.
13. CASELLAS, J. - VARONA, L. - IBÁÑEZ-ESCRICHE, N. - QUINTANILLA, R. - NOGUERA, J.L., 2008. Skew distribution of founder-specific inbreeding depression effects on the longevity of Landrace sows. In: *Genetics Research*, 90, p. 499-508 doi:10.1017/S0016672308009907.
14. Čo je vlastne biodiverzita? . [online]. (ca 2010). [cit. 2010-11-1]. Dostupné na: <http://www.lesoprojekt.sk/lesop_sub/popularne/clanky/biodiverzita.html#11>.
15. DEKKERS J.C.M., 1992: Asymptotic response to selection on best linear unbiased predictors of breeding values. In: *J. Anim. Prod.*, vol. 54, 1992, no.3, p. 351–360.
16. DRUML, T. - BAUMUNG, R. - SOELKNER, J. 2009 Pedigree analysis in the Austrian Noriker draught horse: genetic diversity and the impact of breeding for coat color on population structure. In: *J.Anim.Breed.Genet.* 126, 348-356.
17. EGGER-DANER, CH. - KADLEČÍK, O. - FUERST, C. - KASARDA, R., 2005. Joint genetic evaluation for functional longevity for ponzgau cattle. In: *56th Annual Meeting for the European Association for Animal Production*, Uppsala, Sweden, June 5-8, 2005.

18. FAGOŠ, R., 2005, Príbuzenská plemenitba = genetické zmrzačenie In: *Kynologická revue*, č. 10, 2005. roč. 16, ISSN 1335-9282.
19. FALCONER, D. S., - T. F. C. MACKAY. 1996. *Introduction to Quantitative Genetics*. 4th ed. Longman, Essex, UK.
20. FEWSON, D., 1980: Inzucht und Fremdzucht. In: *G.Comberg: Tierzuchtungslehre*, 3. Aufl., 1980, s. 193 – 214.
21. FRANKHAM, R. - BALLOU, J.D. - BRISCOE, D. A. 2002. *Introduction to Conservation Genetics*. Cambridge University press, 2002, 617 s., ISBN 978-0-521-63985-9.
22. FRANKHAM, R. 1994. Conservation of genetic diversity for animal improvement. In: *Proceedings of the 5th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production*, 1994, vol. 4, s. 62 – 68.
23. GERHART, K., 1995. What is Conservation Breeding? [online]. [cit. 2011-02-27]. Dostupné na: <http://www.stcroixsheep.org/conserved.html>.
24. GUTIÉRREZ, J.P. - CERVANTES, I. - MOLINA, A., VALERA, M. - GOYACHE, F., 2008. Individual increase in inbreeding allows estimating effective sizes from pedigrees In: *Genetics Selection Evolution*, vol 40, p. 359-378.
25. GUTIÉRREZ, J.P.- GOYACHE, F. 2005. A note on ENDOG: a computer program for analysing pedigree information. In *Journal of Animal Breeding and Genetics*, 122: 172-176.
26. HAMANOVÁ, K. - HRUBAN, V., 2000a. Incest a genetické zatížení In: *Vesmír*, s. 12-14, roč. 79, č. 1. ISSN 1214-4029.
27. HAMANOVÁ, K. - HRUBAN, V., 2000b. Príbuzenské kríženie u zvierat. In: *Vesmír*, roč. 79 , č.2 , s. 85-87, ISSN 1214-4029.

28. HORNÍK, E. 2001. *Vplyv príbuznosti na mliekovú úžitkovosť kráv vo vybranom chove*: Diplomová práca. Nitra: SPU, 2001, 35 s.
29. HUBA, J., 2009, polnoinfo.sk [online]. [cit. 2011-02-19]. Dostupné na: <http://www.polnoinfo.sk/clanok/869/z-ekonomiky/zivocisna-vyroba/mlieko--krasne-plemeno--ktore-zapasi-s-ekonomikou---pinzgau/>.
30. KADLEČÍK, O. - BULLA, J. - CANDRÁK, J. - KASARDA, R. - KÚBEK, A. - RYBANSKÁ, M. - STRAPÁKOVÁ, E. - TRAKOVICKÁ, A., 2001. *Zefektívnenie geneticko-šľachtiteľských postupov pri zlepšovaní vlastností hovädzieho dobytku na Slovensku*. s. 72, 2001, Nitra: SPU, ISBN 80-7137-842-9.
31. KADLEČÍK, O. - KASARDA, R. - HUBKA, M. - MÉSZÁROS, G., 2006. Rodokmeňová analýza geneticky hodnotnej skupiny kráv slovenského pinzgauského plemena, In *Acta fytotechnica et zootechnica*, roč. 9, 2006, mimoriadne číslo, s. 94-96. ISSN 1335-258X.
32. KADLEČÍK, O. - KASARDA, R., 2007 . *Všeobecná zootechnika*, SPU Nitra. 222 s. ISBN 978-80-8069-953-6.
33. KADLEČÍK, O. et al., 2000. *Šľachtenie a poradenstvo*, Nitra: SPU, 2000, 147 s.
34. KADLEČÍK, O. - KASARDA, R. - HETÉNYI, L., 2004. Genetic gain, increase in inbreeding rate and generation interval in alternatives of Pinzgau breeding program. In: *Czech J. Anim. Sci.*, vol 49., no 11, p. 524-531.
35. KADLEČÍK, O. - KASARDA, R. - MÉSZÁROS, G., 2008. Inbreeding in purebred Slovak Pinzgau dual-purpose cattle population In: *Archiva Zootechnica*, 2008, roč. 11, č.2, s. 21-28.

36. KADLEČÍK, O. - KASARDA, R. - MÉSZÁROS, G. - ŽITNÝ, J., VAVRIŠÍNOVÁ, K., 2007. Analýza rodokmeňov čistokrvnej populácie pinzgauského plemena In *Acta fytotechnica et Zootechnica*, roč 10, 2007, č. 2, s. 29-32. ISSN 1335-258X.
37. KASARDA, R., 2003. *Zhodnotenie alternatív využívania plemenných býkov šľachtiteľskom programe pinzgauského plemena* In SPU Nitra, dizertačná práca, 2003, 124 s.
38. KASARDA, R. - KADLEČÍK, O., 2007. An economic impact of inbreeding in the purebred population of Pinzgau cattle in Slovakia on milk production traits In: *Czech Journal of Animal Science*, vol. 52, 2007, no 1., p. 7-11.
39. KASARDA, R. - KADLEČÍK, O., 2010. *Optimalizácia šľachtiteľského programu pinzgauského plemena na Slovensku*. str. 100, Nitra: SPU. ISBN 978-80-552-0402-4.
40. KLEMENTSDAL, G. - JOHNSON, M., 1989. Effect of inbreeding on fertility in Norwegian trotter In: *Livestock Production Science*, vol. 21, no. 3, p. 263-272.
41. Klub chovateľov slovenských čuvačov: *Príbuzenská plemenitba (2010)* [online]. [cit. 2011-02-17]. Dostupné na http://www.slovenskycuvac.info/clanky/pribuzenska_plemenitba.html.
42. KNÍŽE, B. - KUČERA, J., 1987. *Inbríding a heteroze zvierat'* (studijný správa). s. 84, 1978, vydáva Ústav vedeckotechnických informácií pro zemědělství, Praha.
43. KOVÁŘ, K., 2008. Křížení v dojných stádech In: *Náš chov – příloha Dojený skot*, č 9. roč. 68. str. 29-30, ISSN 0027-8068.
44. KUČERA, J. - CHLÁDEK, G., 2005. Je inbreeding problém jen v Kanade? In: *Náš chov*, roč. 65, č. , s. , ISSN 0027-8068.

45. KUŠNER, CH.F. 1969. Některé teoretické otázky heteroze a inbreedingové deprese v živočišnej výrobě. In *Medzinárodný zemědělský časopis*, roč. 13, č. 1, s. 47-51.
46. LACY, R.C. - BALLOU, J. - PRINCEE, F. - STARFIELD, A. - THOMPSON, E. 1995. Pedigree analysis. IN J.D. Ballou, M. Gilpin, and T.J. Foose (eds.), *Population Management for Survival & Recovery. Analytical Methods and Strategies in Small Population Conservation*. Columbia University Press, New York. 2009, s. 57-75. Dostupné na:
<http://www.vortex9.org/reprints/pedigree%20analysis%20for%20population%20management.pdf>.
47. LAMBERSON, W. R. - D. L. THOMAS. 1984. Effects of inbreeding in sheep: a review. In: *Anim. Breed.* vol. 52, p. 287.
48. LEYMASTER, K.A. - SWIGER, L.A. - HARVEY, W.R., 1979. Selection for increased leanness of Yorkshire swine. II. Population parameters, inbreeding effects and response to selection In: *J. Anim. of Sci.* Vol. 48, p. 800-809, no. 4.
49. LICHANEC, I., 2002. Výpočet % inbreedingu In: *MimiInfo*, SHA, 2002. S.35-37.
50. MACCLUER, J. W. - BOYCE, A. J. - DYKE, B. - WETKAMP, D. W. - OFENNING, D. W. - PARSON, C. J., 1983: Inbreeding and pedigree structure in Standbred horses. In: *J. Hered.* vol 74, p. 394-399.
51. Maignel, L. - BOICHARD, D. - VERRIER, E., 1996 Genetic variability of French dairy breeds estimated from pedigree information, In *Interbull Bull.* č. 14, p. 49-54
52. MC PARLAND, S. - KEARNEY, J. F. - MACHUGH, D. E. - BERRY, D. O., 2008. Inbreeding effects on postweaning production traits, conformation, and calving performance in Irish beef cattle In *Journal of animal science*, roč. 10, 2008, č. 2, str 3338 - 3347.

53. MIESENBERG, J., 1997. *Zuchtzieldefinition und Idexselektion für die österreichische Rinderzucht*, 1997, Dissertation, Universität für Bodenkultur Wien.
54. MOTYČKA, J. - VACEK, M. - ŠLEJTR, J. - CHLÁDEK, G. - VONDRÁŠEK, L. - PAZDERA, J., 2005. *Šlechtění holštýnského skotu*. Svaz chovatelů holštýnského skotu ČR, 2005. 87s.
55. NELSON, R.H. - LUSH, J.L. 1950, The effects of mild inbreeding on a herd of Holstein-Frisian cattle. In: *Journal of Dairy Science*, n. 33, p. 186.
56. OLIEHOEK, P. - BIJMA, P., 2009. Effects of pedigree errors on the efficiency of conservation decisions In: *Genetics Selection Evolution*, n.1, vol 41, p. 11.
57. OLNEY, P.J.S., 2005. *Budoucnost ohrožených druhů zvířat*, ISBN 3-033-00427-X. vydal WAZA: Švajčiarsko.
58. PAŘILOVÁ, M., 2009, Perspektivy šlechtění hospodářských zvířat In: *Náš chov*, roč. 69, č. 1, str. 72-73, ISSN 0027-8068.
59. PIRCHNER, F., 1994. Zuchtewerschätzung und Selectionsmethoden in geschlossenen und zahlmässig beschränkten Populationen von Nutztieren. In: *Symposium, Krakow*, 1994.
60. PJONTEK, J. - KADLEČÍK, O. - KOVALČÍK, E. - KASARDA, R., 2009. Odhad intenzity inbrídingu z rodokmeňových informácií rôznej kompletnosti In: *In Acta fytotechnica et zootechnica*, roč. 12, 2009, č. 4, s. 97-99. ISSN 1335-258X.
61. PŘIBYL, J., 2008. *Šlechtění skotu*, str. 16-20, Vydal: Výskumný ústav živočišné výroby, v.v.i., Praha Uhřetěves, Ročenka 2008, strán 58.
62. PŘIBYL, J. - FLÁK, P. - JAKUBEC, V., 1997. Aktuálne poznatky z populační kvantitatívnej genetiky ve šlechtění hospodářských zvířat. In: *Živočišná výroba*, roč. 42, 1997, č. 6, s. 277-285.

63. PŘIBYL, J. - PŘIBYLOVÁ, J., 2009. Genomická plemenná hodnota a šlechtění dojeného skotu. In: *Náš chov*, roč. 69, č. 10, s. 24-28. ISSN 0027-8068.
64. PŘIBYL, J. - VÁCHAL, J., 1986. Způsoby odhadu genetické změny v populacích zvířat. In: *Živočišna výroba* 31, č. 11, 1986, s. 1074-1050.
65. PŠENICA, J., 1990. *Pinzgauský dobytok na Slovensku*. Bratislava: Príroda, str. 184, ISBN 80-07-00255-3.
66. PŠENICA, J. - BULLA, J. - HUBA, J., et al., 1998. *Slovenské pinzgauské plemeno*. ZCHPD Liptovský Mikuláš, 1998, 15 s.
67. RATHJE, T.A., 2000, Strategies to manage inbreeding accumulation in swine breeding company nucleus herds: Some case studies In: *American Society of Animal Science*, vol. 79: p. 1-8, no.1.
68. ROSTOVCEV, N.F.1962: *Metody rozvedeniya krupnogo rogatovo skota v SŠA*. Životnovodstvo 4, 1962, s 84-89.
69. ROCHAMBEAU, de.H.- HANOCQ, F.F. - VU TIEN KHANG, J. 2000. Measuring and managing genetic variability. In *Animal research*, vol. 49, 2000, no.2, p. 77-93.
70. RYBA, Š. - DIANOVÁ, M., 2008. Kontrola úžitkovosti hovädzieho dobytku – cesta k zlepšeniu efektívnosti Vášho chovu aj v kontrolnom roku 2007/2008.In: *Miniinfo*, november 2008, PS SR, š.p., 21-25 str.
71. RYBANSKÁ, M. – STRAPÁKOVÁ, E., 2000. Mlieková úžitkovosť dcér býkov s rôznym koeficientom príbuznosti In: *Acta fytotechnica et zootechnica*, roč. 3, 2000, s.88.
72. SAVAGE, D., 2007a. Zlepšovanie reprodukčných ukazovateľov: cesta vpred.... In: *Maxiinfo*, 2007. Slovenská holsteinská asociácia., str 35.

73. SAVAGE, D., 2007b. Inbríding: cesta do záhuby...? In: *Miniinfo*, 2007. Slovenská holsteinská asociácia., str 14-17.
74. SIERSZCHULSKI, J. - HELAK, M. - WOLC, A. - SZWACZKOWSKI, T. - SCHLOTE, W., 2005. Inbreeding rate and its effect on three body conformation traits in Arab mares In: *Animal Science Papers and Reports*, vol. 23, no. 1, p. 51-59.
75. SÖLKNER, J. – FILIPČIČ, L. – HAMPSHIRE, N. 1998. Genetic variability of populations and similarity of subpopulations in Austrian cattle breeds determined by analysis of pedigrees. In: *Animal Science*, Vol. 67, 1998, p. 249-256.
76. SORENSEN, A.C. - SORENSEN, M.K. - BERG, P. 2005. Inbreeding in Danish Dairy Cattle Breeds In: *J. Dairy. Sci.*, vol 88. 2005, p.1865-1872.
77. STRAPÁK, P. - CANDRÁK, J. - MICHALCOVÁ, A. - JUHÁS, P. - HALO, M., 2005. *Nepriame úžitkové vlastnosti hovädzieho dobytka*. Nitra: SPU, s. 131, ISBN 80-8069-497-4.
78. SZWACZKOWSKI, T. - CYWA-BENKO, K. - WĘŻYK, S., 2003. A note on inbreeding effect on productive and reproductive traits in laying hens In: *Animal Science Papers and Reports*, vol. 21, no. 2, p. 121-129.
79. ŠALINGOVÁ, M. - BULLA, J. - ZIMMERMAN, V., 1996 Adaptácia potomstva importovaných rakúskych pinzgauských jalovic na podmienky Slovenska In: *Zborník referátov VSP Nitra*. s. 92-93.
80. ŠUSTER, J., 2006. *Príbuzenská plemenitba, alebo už nás neprekvapí*. [online]. 2006. [cit. 2011-02-17]. Dostupné na:
<http://www.hafbezobav.cz/view.php?cisloclanku=2005113003>.

81. TYLER, W. J. – CHAPNAM, A. B. – DICKERSON, G. E., 1949: Growth and production of inbred and outbred Holstein Friesian Cattle, In: *Journal of Dairy Science*, 32, 1949, p. 247.
82. VALERA, M. - MOLINA, A. - GUTIÉRREZ, J.P. - GOMÉZ, J. - GOYACHE, F., 2005. Pedigree analysis in the Andalusian horse: populations structure, genetic variability and influence of the Carthusian strain. In: *Livestock Production Science*, roč. 95, č. 1-2, s. 57-66.
83. VERIER, E. - COLLEAU, J.J. - FOULLEY, J.L. 1991. Methods for Predicting Response to Selection in Small Populations under Additive Genetic Models a Review In: *Livestock Production Science*, vol. 29, 1991, p. 93-114.
84. VUKASINOVIC, N. - MOLL, J. - CASANOVA, L., 2001. Implementation of Routine Genetic Evaluation for Longevity Based on Survival Analysis technique in Dairy Cattle populations in Switzerland. In: *Journal of Dairy Science*, 2001, roč. 83, č.9, s. 2073-2080.
85. WILKE, S. 1999. Wird die Basis in der HF-Zucht zu eng? In: *Die Osnabrucker Schwarzbuntzucht*, no. 3, 1999, s. 10-11.
86. WRIGHT, S. 1922. Coefficients of inbreeding and relationship. In: *American naturalist*, 56, 1922, s. 330-338.
87. WRIGHT, S., 1923. Mendelian analysis of the pure breeds of livestock In: *Journal of Heredity*, n. 14. 1923, p. 339-348.
88. Zväz chovateľov pinzgauského plemena: *História chovu a šľachtenia slovenského pinzgauského plemena*. (ca 1997) [online]. [cit. 2011-02-17]. Dostupné na <<http://www.pinzgau.sk/>>.

89. ŽIDEK, R. - JAKABOVA, D. - TRANDŽÍK, J. - KOZLÍK, P. - HAŠKO, M. - MASSÁNYI, P., 2006. Genetická diverzita a diferenciácia Slovenského pinzgauského dobytku použitím krvných systémov, In *Acta fytotechnica et zootechnica*, roč. 9, 2006, mimoriadne číslo, s. 1-3. ISSN 1335-258X.
90. ŽITNÝ, J. - BUJKO, J. - KASARDA, R. - CANDRÁK, J., 2009. Hodnotenie genetickej diverzity medzi plemennými býkmi slovenského strakatého plemena, In *Acta fytotechnica et zootechnica*, roč. 12, 2009, mimoriadne číslo, s. 108-110. ISSN 1335-258X.

Prílohy

Tab. 10

[Rozdiely priemerných hodnôt intenzity inbrídingu podľa skupín F_i a plemenných skupín (výpočet z tab. 9)]

Znak 1	Znak 2	T - test	Stupne voľnosti	Dif	Preuk
1 skup. P0	1 skup. P1	0,30	60	0,00	-
1 skup. P0	1 skup. P2	1,75	63	0,00	-
1 skup. P0	2 skup. P0	9,53	157	-0,06	+++
1 skup. P0	2 skup. P1	6,23	90	-0,07	+++
1 skup. P0	2 skup. P2	5,03	86	-0,06	+++
1 skup. P1	1 skup. P2	0,87	27	0,00	-
1 skup. P1	2 skup. P0	9,44	121	-0,06	+++
1 skup. P1	2 skup. P1	6,19	54	-0,07	+++
1 skup. P1	2 skup. P2	5,00	50	-0,06	+++
1 skup. P2	2 skup. P0	9,36	124	-0,06	+++
1 skup. P2	2 skup. P1	6,13	57	-0,07	+++
1 skup. P2	2 skup. P2	4,94	53	-0,06	+++
2 skup. P0	2 skup. P1	0,39	151	0,00	-
2 skup. P0	2 skup. P2	0,07	147	0,00	-
2 skup. P1	2 skup. P2	0,24	80	0,00	-

Tab. 11

[Rozdiely priemerných hodnôt prírastku inbrídingu podľa skupín F_i a plemenných skupín (výpočet z tab. 9)]

Znak 1	Znak 2	T - test	Stupne voľnosti	Dif	Preuk
1 skup. P0	1 skup. P1	0,36	60	0,00	-
1 skup. P0	1 skup. P2	2,76	63	0,00	++
1 skup. P0	2 skup. P0	7,50	157	-0,03	+++
1 skup. P0	2 skup. P1	5,73	90	-0,03	+++
1 skup. P0	2 skup. P2	4,57	86	-0,03	+++
1 skup. P1	1 skup. P2	1,66	27	0,00	-
1 skup. P1	2 skup. P0	7,45	121	-0,03	+++
1 skup. P1	2 skup. P1	5,70	54	-0,03	+++
1 skup. P1	2 skup. P2	4,55	50	-0,03	+++
1 skup. P2	2 skup. P0	7,29	124	-0,03	+++
1 skup. P2	2 skup. P1	5,57	57	-0,03	+++
1 skup. P2	2 skup. P2	4,45	53	-0,03	+++
2 skup. P0	2 skup. P1	0,17	151	0,00	-
2 skup. P0	2 skup. P2	0,32	147	0,00	-
2 skup. P1	2 skup. P2	0,16	80	0,00	-

Tab. 18

**[Rozdiely priemerných hodnôt ukazovateľov produkcie mlieka podľa skupín F_i
a plemenných skupín (výpočet z tab. 17)]**

Znak 1	Znak 2	T – test	Stupne voľnosti	Dif	Preuk
SPI					
1 skup. P0	2 skup. P0	0,32	151	56,02	-
1 skup. P0	2 skup. P1	0,28	83	61,63	-
1 skup. P0	2 skup. P2	0,19	80	35,35	-
1 skup. P1	2 skup. P0	2,12	116	523,13	+
1 skup. P1	2 skup. P1	1,88	48	528,74	-
1 skup. P1	2 skup. P2	1,97	45	502,47	-
1 skup. P2	2 skup. P0	2,22	119	524,35	+
1 skup. P2	2 skup. P1	1,96	51	529,96	-
1 skup. P2	2 skup. P2	2,06	48	503,69	+
M305					
1 skup. P0	2 skup. P0	0,15	151	6,06	-
1 skup. P0	2 skup. P1	0,32	83	16,57	-
1 skup. P0	2 skup. P2	0,14	80	-5,81	-
1 skup. P1	2 skup. P0	1,50	116	87,85	-
1 skup. P1	2 skup. P1	1,49	48	98,36	-
1 skup. P1	2 skup. P2	1,28	45	75,98	-
1 skup. P2	2 skup. P0	2,08	119	122,39	+
1 skup. P2	2 skup. P1	2,00	51	132,91	+
1 skup. P2	2 skup. P2	1,85	48	110,53	-
T305					
1 skup. P0	2 skup. P0	0,46	151	0,75	-

1 skup. P0	2 skup. P1	0,19	83	0,39	-
1 skup. P0	2 skup. P2	0,43	80	0,78	-
1 skup. P1	2 skup. P0	2,62	116	6,13	++
1 skup. P1	2 skup. P1	2,16	48	5,77	+
1 skup. P1	2 skup. P2	2,49	45	6,16	+
1 skup. P2	2 skup. P0	1,61	119	3,72	-
1 skup. P2	2 skup. P1	1,27	51	3,36	-
1 skup. P2	2 skup. P2	1,54	48	3,75	-
B305					
1 skup. P0	2 skup. P0	0,26	151	0,38	-
1 skup. P0	2 skup. P1	0,31	83	0,55	-
1 skup. P0	2 skup. P2	0,11	80	0,16	-
1 skup. P1	2 skup. P0	1,82	116	3,71	-
1 skup. P1	2 skup. P1	1,69	48	3,88	-
1 skup. P1	2 skup. P2	1,66	45	3,50	-
1 skup. P2	2 skup. P0	2,47	119	4,63	+
1 skup. P2	2 skup. P1	2,23	51	4,80	+
1 skup. P2	2 skup. P2	2,28	48	4,42	+

Tab. 20

[Rozdiely priemerných hodnôt ukazovateľov produkcie mlieka podľa skupín ΔF_i a plemenných skupín (výpočet z tab. 19)]

Znak 1	Znak 2	T – test	Sv	Dif	Preuk
SPI					
1 skup. P0	2 skup. P0	0,04	151	-7,55	-
1 skup. P0	2 skup. P1	0,07	86	15,11	-
1 skup. P0	2 skup. P2	0,05	84	-8,49	-
1 skup. P1	2 skup. P0	1,91	113	455,13	-
1 skup. P1	2 skup. P1	1,74	48	477,79	-
1 skup. P1	2 skup. P2	1,86	46	454,19	-
1 skup. P2	2 skup. P0	2,13	115	504,62	+
1 skup. P2	2 skup. P1	1,92	50	527,29	-
1 skup. P2	2 skup. P2	2,06	48	503,69	+
M305					
1 skup. P0	2 skup. P0	0,23	151	-9,75	-
1 skup. P0	2 skup. P1	0,15	86	7,84	-
1 skup. P0	2 skup. P2	0,39	84	-16,51	-
1 skup. P1	2 skup. P0	1,46	113	80,76	-
1 skup. P1	2 skup. P1	1,55	48	98,34	-
1 skup. P1	2 skup. P2	1,33	46	74,00	-
1 skup. P2	2 skup. P0	1,98	115	117,28	+
1 skup. P2	2 skup. P1	2,01	50	134,87	+
1 skup. P2	2 skup. P2	1,85	48	110,53	-
T305					
1 skup. P0	2 skup. P0	0,10	151	0,16	-
1 skup. P0	2 skup. P1	0,05	86	-0,10	-
1 skup. P0	2 skup. P2	0,20	84	0,36	-
1 skup. P1	2 skup. P0	2,29	113	5,28	+

1 skup. P1	2 skup. P1	1,88	48	5,02	-
1 skup. P1	2 skup. P2	2,26	46	5,49	+
1 skup. P2	2 skup. P0	1,53	115	3,54	-
1 skup. P2	2 skup. P1	1,23	50	3,28	-
1 skup. P2	2 skup. P2	1,54	48	3,75	-
B305					
1 skup. P0	2 skup. P0	0,07	151	-0,11	-
1 skup. P0	2 skup. P1	0,11	86	0,20	-
1 skup. P0	2 skup. P2	0,11	84	-0,17	-
1 skup. P1	2 skup. P0	1,65	113	3,22	-
1 skup. P1	2 skup. P1	1,58	48	3,53	-
1 skup. P1	2 skup. P2	1,58	46	3,16	-
1 skup. P2	2 skup. P0	2,37	115	4,48	+
1 skup. P2	2 skup. P1	2,20	50	4,79	+
1 skup. P2	2 skup. P2	2,28	48	4,42	+