

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra obecné zootechniky a etologie



Projevy inbrední deprese u skotu

Bakalářská práce

Autor práce: Eva Kočková

Vedoucí práce: Ing. Barbora Hofmanová, Ph.D.

© 2016 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Projevy inbrední deprese u skotu" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne 15. 4. 2016

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala Ing. Barboře Hofmanové Ph.D. za cenné připomínky, rady a trpělivost při vedení mé práce. Dále také své rodině a přátelům za jejich podporu.

Projevy inbrední deprese u skotu

Souhrn

V této bakalářské práci byly shrnuty poznatky o příbuzenské plemenitbě a o jejím vlivu na znaky a vlastnosti u skotu. Negativní účinky vznikající při používání této plemenitby se nazývají inbrední deprese a jejich škodlivost je u jednotlivých znaků různá. Pozornost byla také věnována ekonomickému dopadu, který může inbrední deprese způsobovat.

Součástí této práce bylo rovněž sledování změn úrovně příbuzenské plemenitby v jednotlivých populacích. Bylo zjištěno, že v posledních desetiletích dochází k nárůstu koeficientu inbreedingu. Což je výsledkem intenzivního šlechtění a využívání biotechnologických metod (inseminace). Pokud by tento růst inbreedingu stále pokračoval, mohla by se v budoucnu inbrední deprese stát velkým problémem.

Všichni autoři vědeckých prací se shodují v negativním vlivu příbuzenské plemenitby na produkční vlastnosti u skotu, ale hodnota těchto dopadů a její následky se však u jednotlivých vlastností značně liší. K největší negativním dopadům, které mohou mít vliv na ekonomiku chovu, došlo u množství nadojeného mléka (snížení o přibližně 20 – 30 kg na 1 % inbredního koeficientu), délky mezidobí, věku při prvním otelení, délky inseminačního intervalu. U znaků masné produkce nastal pouze zanedbatelný negativní výsledek, který ekonomiku chovu nijak výrazně neovlivní. Inbreeding má také minimální vliv na počet somatických buněk, ale i přesto dochází ke zvýšení pravděpodobnosti vzniku mastitid u zvířat inbredních oproti neinbredním. A jelikož se mastitida považuje za závažnou chorobu, může i zde nastat zhoršení ekonomiky chovu.

Klíčová slova: inbrední deprese, skot, příbuzenská plemenitba, fitness, mléčná a masná produkce

The symptoms of Inbreeding depression in cattle

Summary

In this work there was summarized knowledge about inbreeding and its influence on traits in cattle. Negative impacts of using this breeding are called an inbreeding depression and its noxiousness is different regarding the traits. Focus was given on economic impact which could inflict inbreeding depression.

This work also focuses on monitoring changes of inbreeding levels in individual population. In the last decades there was found an increase of inbreeding coefficient which is the result of intensive selective breeding and using insemination. If this increase of inbreeding still persists, inbreeding depression will be a tremendous issue in the future.

All the authors of scientific works agreed on negative impact of inbreeding on production properties in cattle but the size of this impact and its consequences are considerably different due to individual attributes. The one of the biggest negative impacts which can have an influence on the economy of the breeding, appear in milk yield (reduction of about 20 – 30 kg on 1% of inbreeding coefficient), calving interval, age of first calving and days from calving to first insemination. Negligible negative result was found regarding the traits of meat production which does not have significant influence on economy of breeding. Inbreeding also has a minimal effect on the somatic cell score, but still increase the likelihood of developing mastitis in animals inbred compared to noninbred. Mastitis is considered as a serious diseases because of it could be a negative factor on economy of breeding.

Keywords: inbreeding depression, cattle, inbreeding, fitness, dairy and meat production

Obsah

1 Úvod	7
2 Cíl práce	8
3 Literární rešerše	9
3.1 Příbuzenská plemenitba	9
3.1.1 Charakteristika příbuzenské plemenitby.....	9
3.1.2 Inbrední deprese.....	10
3.1.3 Vyjádření intenzity inbreedingu	10
3.1.3.1 Koeficient inbreedingu (F_x)	10
3.1.3.2 Koeficient příbuznosti (R_x).....	11
3.1.3.3 SNP markery a metoda ROH sekvence.....	11
3.1.4 Sledování změn úrovně inbreedingu v populacích.....	12
3.2 Projevy inbrední deprese	17
3.2.1 Projevy inbrední deprese u znaků mléčné produkce	17
3.2.1.1 Celkové zhodnocení dopadů inbreedingu na mléčnou produkci.....	20
3.2.2 Projevy inbrední deprese u znaků masné produkce.....	21
3.2.2.1 Celkové zhodnocení dopadů inbreedingu na masnou produkci	23
3.2.3 Projevy inbrední deprese u reprodukčních znaků.....	23
3.2.3.1 Celkové zhodnocení dopadů inbreedingu na znaky reprodukce	26
3.3 Ekonomický dopad příbuzenské plemenitby v chovu skotu	27
4 Závěr	30
5 Seznam literatury	31
6 Seznam tabulek	35
7 Seznam grafů	36

1 Úvod

Chov skotu je jedním ze stěžejních odvětví živočišné výroby. A příznivé výsledky ve šlechtění hlavně u nejrozšířenějších plemen dojného skotu (holštýnský skot a jersey) v posledních desetiletích přinesly určitá rizika. Intenzivní selekce, která je zaměřena na omezený počet ukazatelů měla za následek zúžení genetické základny, což také zvýšilo hodnoty inbredního koeficientu. Většina vyspělých zemí, včetně České republiky, přešla na zjišťování plemenné hodnoty pomocí animal modelu, což tento trend ještě více podpořilo, jelikož zahrnuje do výpočtu všechna příbuzná zvířata a tím jsou favorizovány stále stejné linie.

V mnoha zemích je stále využíváno jen několika ověřených vynikajících plemenů ve snaze o získání co největšího počtu mláďat, což může vést k intenzivnějšímu nárůstu inbrední deprese, která má za následek zhoršení produkční užitkovosti skotu a může tak vést ke ztrátám chovatelským i ekonomickým. Proto by se měli chovatelé zaměřit na sledování výše inbredního koeficientu v populaci.

2 Cíl práce

Cílem práce je vytvořit přehlednou literární rešerši k problematice využívání příbuzenské plemenitby a jejího případného negativního dopadu na znaky a vlastnosti u skotu. Na základě publikovaných prací zhodnotit vliv inbrední deprese na ekonomické výsledky chovu.

3 Literární rešerše

3.1 Příbuzenská plemenitba

3.1.1 Charakteristika příbuzenské plemenitby

K příbuzenské plemenitbě dochází při páření dvou jedinců, kteří mají společné předky.

„Ta může být buď záměrná při „upevňování“ určité žádané vlastnosti v populaci (příkladem je vznik většiny kulturních plemen), nebo naopak nevědomá při nedostatečné znalosti původu zvířat“ (Bouška a kol. 2006).

Stoupá pravděpodobnost spojení recesivních alel do homozygotního genotypu, což může vést k větší pravděpodobnosti výskytu recesivních znaků, které jsou ve většině případů negativní a mohou být i letální.

Také se porušuje genetická rovnováha a populace při příbuzenské plemenitbě již nejsou panmiktické. V panmiktických populacích totiž dochází ke zcela náhodnému páření. A při tomto porušení nastává páření asortivní, což znamená, že dochází k výběru rodičovských páru dle různých parametrů (produkční vlastnosti, reprodukční vlastnosti, aj.). Tento výběr může být buď pozitivní (asortivní) anebo negativní (diasortivní). Při pozitivním se připařují jedinci fenotypově podobní (např. vysoké samice s vysokými samci) a při negativním naopak jedinci lišící se ve sledovaných znacích (např. samice se špatnou vlastností se samci zlepšovatelí). Příbuzenská plemenitba se tedy dá označit jako pozitivní asortivní páření. (Jakubec a kol. 2010)

Jakubec a kol. (2010) také uvádějí, že inbreeding může nastat i v populacích, které nejsou ovlivněny člověkem. V přírodě může docházet k efektu hrdla láhve (z anglického bottle-neck effect). Ten vzniká tak, že původní populace zvířat je sice velká, ale došlo k zredukování jedinců na nízký počet ve velmi krátkém čase. Příčinou může být například nebezpečná epidemie, která vyhubí většinu populace nebo přírodní katastrofa. Když tyto příčiny odezní, populace se sice zpátky rozrůstá a může dosáhnout i původního počtu jedinců, ale také může docházet ke ztrátě některých alel z původní populace, které měly nízkou četnost. Na druhou stranu má ale tato nově vzniklá populace možnost expandovat do nového prostoru, což může vést ke snížení možnosti a pravděpodobnosti fixace některých alel.

Podobný vliv na alelické složení populace má také efekt zakladatele, který se může projevit i ve šlechtitelských chovech. Dochází k tomu tak, že novou populaci zakládá pouze malý počet jedinců, kteří mají určité vynikající vlastnosti.

3.1.2 Inbrední deprese

Negativní účinky nastávající při používání příbuzenské plemenitby se nazývají inbrední deprese. Intenzita inbreedingu a inbrední deprese je přímo úměrná, se zvyšující se intenzitou příbuzenské plemenitby se zvyšuje i škodlivost. Udává se, že homozygotní genotypy mají malou životaschopnost, redukovanou fertilitu a v mnoha případech jsou i letální.

Northcutt et al. (2004) uvádějí, že jev inbrední deprese je dobře dokumentován u všech velkých druhů zvířat. Největší vliv má na znaky reprodukce, střední pak na růst a malý nebo žádný vliv na anatomickou stavbu. Naopak heritabilita je u znaků reprodukce nízká, u růstových vlastností střední a vysoká u znaků anatomických.

3.1.3 Vyjádření intenzity inbreedingu

Inbreeding, jako jedna z forem čistokrevné plemenitby, se značně využívá ve šlechtitelství. Jelikož pomáhá při upevňování žádoucích znaků při tvorbě nových plemen nebo užitkových typů. A představuje potencionální hrozbu pro chov skotu, a proto je nutné umět vypočítat jeho intenzitu. K možnostem, kterými lze vyjádřit úroveň inbreedingu, se řadí analýza rodokmenu (koeficient inbreedingu, koeficient příbuznosti) a analýza samotného genomu (SNP markery a ROH metoda, mikrosatelity).

3.1.3.1 Koeficient inbreedingu (F_x)

Stupeň příbuzenské plemenitby se vyjadřuje pomocí koeficientu inbreedingu (F), který byl definován Wrightem (1922). Pro výpočet F slouží tato rovnice:

$$F_x = \sum \left(\frac{1}{2}\right)^{n_1+n_2+1} (1 + F_A)$$

n_1 = počet volných úseků (generací) ze strany otce

n_2 = počet volných úseků (generací) za strany matky

F_A = koeficient inbreedingu u předka, který je sám zatížen příbuzenskou plemenitbou

\sum = suma příbuznosti pro více úseků jedinců ke společným předkům

F_x udává pravděpodobnost, toho že jedinec zdědil obě alely téhož lokusu/genu od jednoho jeho předka. Míra F_x se vyjadřuje buď v procentech 0 – 100 % anebo v rozpětí od 0 – 1.

Inbrední koeficient F_x byl také například dále zpracován Malécotem (1948). U předchozí metody výpočtu se postupovalo od nejmladších jedinců v rodokmenu směrem

ke starším. U této metody je postup obrácený, tedy od nejstarší generace po nejmladší. A je zde možnost výpočtu koeficientů pro libovolnou generaci na základě informací od předchozí generace. Znalost těchto předchozích generací lze využít pro výpočet nově vytvářených generací, což může velice zjednodušit výpočty u složitějších příbuzenských vztahů. Při výpočtu se vychází z výchozí generace, která je uvedena v rodokmenu. Provádí se tedy analýza postupně od nejstarších jedinců až po generace nejmladších (Jakubec a kol. 2010).

3.1.3.2 Koeficient příbuznosti (R_x)

Druhý koeficient, který Wright (1922) definoval je koeficient příbuznosti (R). Pro výpočet R_{xy} se využívá této rovnice:

$$R_{xy} = \frac{\sum \left(\frac{1}{2}\right)^{n_1+n_2} (1 + F_A)}{[(1 + F_x)(1 + F_y)]^{\frac{1}{2}}}$$

n_1 = počet volných úseků (generací) mezi rodičem X jedince a společným předkem A

n_2 = počet volných úseků (generací) mezi rodičem Y jedince a společným předkem A

F_A = koeficient inbreedingu společného předka

F_x = koeficient inbreedingu jedince X

F_y = koeficient inbreedingu jedince Y

\sum = suma příbuznosti pro více úseků jedinců ke společným předkům

R_{xy} udává pravděpodobnost, toho že dva příbuzní jedinci zdělili totožnou alelu téhož lokusu/genu od společného předka. Z toho vyplývá, že koeficient vyjadřuje rozsah genetické podobnosti dvou jedinců.

Wright (1922) také stanovil vztah mezi koeficientem příbuznosti R_{xy} rodičů a koeficientem inbreedingu F_x jejich potomků, který udává že F_x odpovídá polovině R_{xy} .

3.1.3.3 SNP markery a metoda ROH sekvence

SNP (z anglického Single Nucleotide Polymorphisms) je vlastně bodový polymorfismus DNA, který se projevuje nejčastěji záměnou báze (substitucí) anebo méně často jiným typem mutace. Slouží pro selekci pomocí markerů. Prostřednictvím těchto markerů je možno identifikovat příbuznost jedinců i například genetická onemocnění.

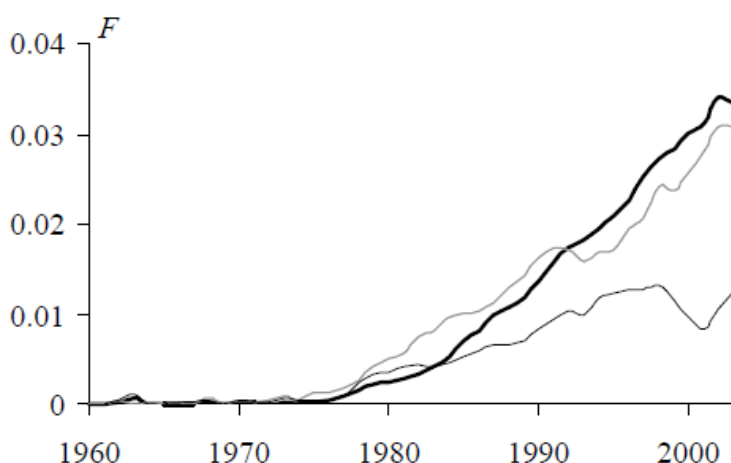
Runs of homozygosity (ROH) sekvence v genotypu jedince jsou vymezeny jako souvislý a nepřerušovaný úsek DNA sekvence bez heterozygotnosti v haploidním stavu. Rozsah a četnost ROH může informovat o původu jedince a jeho populace a ukazuje jeho

míru inbreedingu. Čím delší jsou tyto segmenty, tím je větší pravděpodobnost, že nedávno došlo k příbuzenskému páření. (Purfield et al. 2012)

3.1.4 Sledování změn úrovně inbreedingu v populacích

Sørensen et al. (2005) uvádějí, že reprodukční biotechnologie, které jsou v dnešní době aplikovány v chovu mléčného skotu, mají za následek zvýšenou pravděpodobnost generování inbredních zvířat. A proto je tedy důležité sledovat výši inbrední deprese v populaci. Referenčními populacemi v této studii byla telata narozená v letech 1999 – 2003 registrovaná jako holštýnský skot (2 238 349), jersey (383 414) a dánské červené (292 395). Rozdíl v procentu inbredního koeficientu odráží nerovné využívání předků mezi zakladateli a referenční populací. Dánské červené trpělo inbrední depresí v sedmdesátých letech minulého století, a proto se rozhodli importovat geny od plemene brown swiss a také později od red holštýnského plemene. Díky tomuto zavádění nových genů se u tohoto plemene očekává jiný trend než u zbývajících dvou plemen. Telata narozená v roce 2003 měla průměrný koeficient inbreedingu 3,4 % u holštýna, 3,1 % pro jersey a 1,3 % u dánského červeného. Graf č. 1 ukazuje trend inbreedingu u těchto tří plemen. Lze z něho vyčíst, že inbreeding u dánského holštýna a jersey vzrostl nejvíce během poslední dvou desetiletí. Trend pro dánského holštýna je velmi pravidelný a pro jersey je mírně nerovnoměrný. Pro dánské červené je méně strmý a začíná klesat v roce 1998, v roce 2001 naopak zase začíná růst.

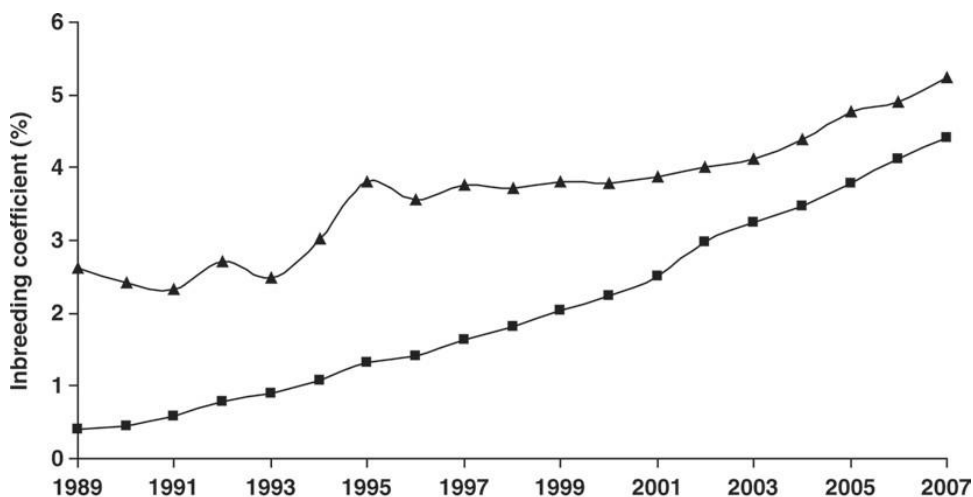
Graf č. 1: Průměrný koeficient inbreedingu v závislosti na roku narození u holštýnského plemene - tlustá čára, jersey - šedá linka a u dánského červeného - černá linka (Sørensen et al., 2005)



Dále se sledováním úrovně inbreedingu zabývali Rokouei et al. (2010). Analýza byla vypracována z rodokmenů o 852443 registrovaných kusů holštýnského skotu, v letech 1971

až 2007 v Íránu. V roce 1971 – 1989 byla míra inbredního koeficientu téměř na nule, proto se sledovala až od roku 1989. Průměrný inbrední koeficient od narození všech zvířat ukazuje graf č. 2. Průměrně se inbrední koeficient zvýšil o 0,22 a 0,15 % ročně a v roce 2007 dosáhl až na 4,40 a 5,23 % pro samice a samce. V letech 2000 – 2007 byl nárůst podstatně vyšší a to 0,31 a 0,21 % ročně u samic a samců oproti roku 1990 – 2000, kdy byl nárůst 0,17 a 0,15 % ročně pro samice a pro samce. Podle Animal Improvement Programs Laboratory (2009) byl odhad pro konečnou výši inbredního koeficientu 5,33 a 5,75 %, což bylo vyšší než skutečnost. Naopak ale u průměrného ročního nárůstu v letech 2000 – 2007 byl odhad nižší a to 0,11 % oproti výsledku této studie, kdy roční průměr dosahoval 0,31 %. Studie poukazuje na to, že tento rozdíl se mohl vyskytnout z důvodu, že v Íránu se používalo několik osvědčených býků.

Graf č. 2: Průměrný inbrední koeficient od narození pro samce (▲) a pro samice (■) u íránského holštýnského skotu (Rokouei et al. 2010)



Kearney et al. (2004) zpracovali studii, která měla za cíl zjištění současné míry inbreedingu v britské populaci holštýnského skotu, protože odhady průměrných hodnot F_x nejsou pro britské mléčné populace publikovány pravidelně, jako je tomu například v USA nebo v Kanadě. Data byla získána z rodokmenů z národní databáze holštýnského skotu. Inbrední koeficienty byly pro každé zvíře vypočteny pomocí algoritmu dle Meuwissen a Luo (1992) pro 330 037 býků a 7 029 545 dojnic, narozených v letech 1940 až 2002. Míra příbuzenské plemenitby byla až do roku 1960 nulová. Nárůst inbredního koeficientu byl po celou dobu hodnocení nelineární. Od roku 1968 do roku 1991 došlo k mírnému zvýšení a to o 0,03 % za rok a od roku 1992 už byl nárůst již 0,17 % ročně. V roce 2002 byl průměrný

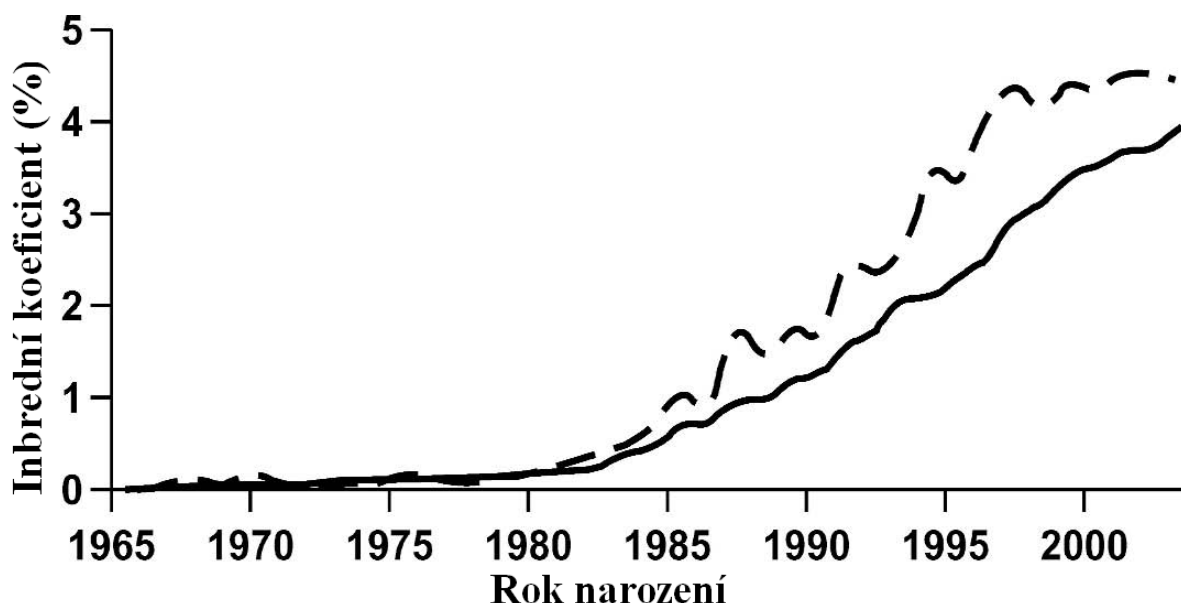
F_x u býků 3,06 % a u dojnic 2,64 %. Tabulka č. 1 ukazuje, že počet inbredních zvířat ve třídách s vyšším F_x se výrazně zvýšil v roce 2000 oproti roku 1990. Ještě udává, že v současné době je 98 % všech samců a 96 % všech samic do jisté míry inbrední ve srovnání s přibližně 50 % v roce 1990.

Tab. č. 1: Četnost samců a samic podle úrovně F_x v letech 1990 – 2000 (Kearney et al. 2004)

Inbreeding (%)	Samci		Samice	
	1990	2002	1990	2002
$F = 0$	0,474	0,015	0,497	0,040
$0 < F \leq 6,25$	0,502	0,910	0,486	0,907
$6,25 < F \leq 12,5$	0,021	0,066	0,012	0,045
$12,5 < F \leq 12,5$	0,003	0,009	0,005	0,006
$F > 25$	0	0	0	0,002

Croquet et al. (2006) vypracovali studii, mapující míru inbredního koeficientu u holštýnského skotu v Belgii. Data získali z rodokmenů 956 516 zvířat narozených v letech 1913 – 2004. Inbrední koeficienty byly spočítány pomocí algoritmu dle Meuwissen a Luo (1992). V roce 2003 byla střední hodnota F_x pro samice 3,7 %. Vzrůstající trend u samic i samců je ukazuje graf č. 3, zvyšování inbredního koeficientu až do roku 1980 bylo malé s průměrným ročním nárůstem o 0,02 %. Koncem roku 1990 začalo být toto zvyšování intenzivnější s průměrným ročním nárůstem o 0,14 % u dojnic. U samců byl tento trend podobný, jen méně stabilní vzhledem k relativně nízkému počtu zvířat. Nízké hodnoty F_x , které se vyskytovaly před rokem 1980 v této studii, vysvětlují dvě hypotézy. První z nich uvádí, že zvířata v tomto období byla spíše kříženci než čistokrevná, protože docházelo k takzvané „holštýnizaci“, procesu kdy se původní plemena převáděla na holštýnský skot. Druhá se přiklání i k faktu, že v této době byla úroveň příbuzenské plemenitby poměrně nízká, což prokazují i jiné studie.

Graf č. 3: Průměrný inbrední koeficient (%) u holštýnského skotu pro samce (- - -) a pro samice (—) v letech 1965 až 2003 (Croquet et al. 2006)



Sewalem et al. (2006) studovali úroveň příbuzenského plemnitby v Kanadě u tří mléčných plemen – jersey, ayrshirský skot, holštýnský skot. Bylo využito záznamů od 1 977 311 krav z 17 182 stád a 8 261 býků. Všechny krávy byly registrovány v oficiálních plemenných knihách. Rodokmeny sahaly až do roku 1942. Inbrední koeficient byl nízký až do roku 1980, proto se zde výsledky populačního trendu uvádějí až od roku 1980. Průměrný inbrední koeficient v letech 1980 – 2004 byl 3,60 % u plemene jersey, 3,99 % u plemene ayrshire a 3,20 % u plemene holštýn. Maximální koeficient inbreedingu byl 35,78 %, 45,41 %, 44,71 % u plemen ve stejném pořadí. A minimální byl u všech nulový. Tabulka č. 2 uvádí počty zvířat, střední hodnotu F_x a podíl zvířat pro každou třídu příbuzenské plemnitby. V roce 1980 bylo víc než 80 % krav s F_x mezi 0 – 3,125 %, ale v roce 2004 bylo již víc než 90 % s F_x mezi 3,125 – 12,5 %.

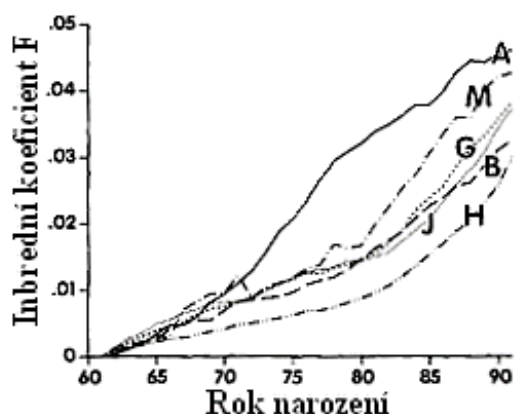
Tab. č. 2: Počet zvířat, průměrná hodnota F od narození a procentické zastoupení zvířat v jednotlivých kategoriích (Sewalem et al., 2006)

Plemeno	Rok	Průměrná hodnota	Třídy inbredního koeficientu (%)						
			0	0 – 3,125	3,125 – 6,25	6,25 – 12,5	12,5 – 18,25	18,25 – 25	≥ 25
Jersey	1980 - 1984	3,23	8,40	49,61	31,20	8,69	1,73	0,13	0,24
	1985 - 1989	3,30	5,62	51,91	31,07	9,69	1,46	0,07	0,19
	1990 - 1994	3,82	3,53	45,27	35,05	14,73	1,27	0,05	0,10
	1995 - 1999	4,32	2,35	37,03	41,21	17,79	1,43	0,11	0,08

Plemeno	Rok	Průměrná hodnota	Třídy inbredního koeficientu (%)						
			0	0 – 3,125	3,125 – 6,25	6,25 – 12,5	12,5 – 18,25	18,25 – 25	≥ 25
	2000 - 2004	4,79	2,90	25,50	48,86	20,90	1,57	0,14	0,14
Ayrshire	1980 - 1984	3,36	18,89	32,13	35,16	12,08	1,38	0,16	0,21
	1985 - 1989	4,07	8,31	30,14	45,87	13,79	1,52	0,15	0,22
	1990 - 1994	4,66	5,04	20,90	54,26	18,02	1,38	0,16	0,23
	1995 - 1999	5,14	7,05	8,81	58,57	23,94	1,45	0,09	0,09
	2000 - 2004	5,41	6,54	7,19	55,71	28,97	1,41	0,11	0,07
Holštýn	1980 - 1984	1,80	23,70	55,64	15,60	4,56	0,42	0,02	0,06
	1985 - 1989	2,04	11,29	66,16	17,68	4,41	0,40	0,01	0,05
	1990 - 1994	2,86	13,53	48,17	29,28	8,42	0,55	0,01	0,04
	1995 - 1999	4,22	11,77	23,98	43,64	19,66	0,86	0,03	0,04
	2000 - 2004	4,97	9,20	10,75	52,56	25,59	0,79	0,06	0,04

Dále se touto problematikou zabývali Wiggans et al. (1995). Pro výpočet inbredního koeficientu využili údajů z rodokmenů plemen ayrshire, brown swiss, guernsey, holštýn, jersey a mléčný short horn. Graf č. 4 ukazuje zvyšující se trend inbrední deprese od roku 1960 do roku 1990 u všech těchto plemen. U krav holštýnského skotu narozených během roku 1990 byl největší koeficient inbreedingu 0,384. Mezi všemi plemeny byl nejvyšší F_x 0,56 u býka plemene guernsey.

Graf č. 4: Průměrná hodnota F_x u plemen ayrshire - A, brown swiss - B, guernsey - G, holštýn - H, jersey - J a mléčný shorthorn - M (Wiggas et al., 1995)



Weigel a Lin (2002) ve své práci udávají, že inbrední deprese má v chovu mléčného skotu rostoucí trend. A heterozygotnost v populaci se snižuje a zvyšuje se četnost škodlivých

recesivních genů. Cílem této studie tedy bylo prozkoumat několik alternativních metod a strategií za účelem maximalizace zisku a minimalizace inbreedingu. Zjistili, že důležitou roli hraje výběr počítačových selekčních programů. Optimální program spoléhá na výpočet koeficientu všech možných párů. Tato operace může být výpočetně velmi náročná, zejména při vysokém počtu možných býků. Ale implementace těchto programů je možná vzhledem k výkonnosti a ceně dnešních počítačů. Dalším problémem může být dostupnost kompletních mezinárodních rodokmenů. Tato chybějící data by podstatně snížila přínos programu. Což by mohlo motivovat chovatele k zlepšení přesnosti a úplnosti vedení rodokmenů.

3.2 Projevy inbrední deprese

Příbuzenská plemenitba má vliv na mnoho důležitých vlastností. Projevy inbrední deprese mohou být u různých vlastností různě intenzivní. U hospodářských zvířat je deprese přirozeně provázána snížením produkce, která záporně ovlivňuje ekonomiku chovu.

Sørensen et al. (2005) uvádějí, že příbuzenská plemenitba je spojená s poklesem výkonnosti, proto je nutné sledovat výši inbrední deprese v šlechtitelských programech.

Při záměrném používání inbreedingu zpočátku může docházet i ke zvyšování užitkových vlastností, ale také zároveň dochází k fixaci negativních vlastností. Vyšší výskyt genetických vad, zhoršení životaschopnosti jedinců, reprodukce a užitkovosti jsou hlavní projevy inbrední deprese. Udává se tedy, že v běžných chovech je příbuzenská plemenitba nežádoucí. (Zahrádková a kol., 2009)

Inbreeding nemusí mít vždy pouze negativní důsledky. Bezdíček (2006) uvádí, že pozitivní přínos některých prověřených a velice kvalitních plemeníků může být tak důležitý, že při nízkých hodnotách inbredního koeficientu nedojde k produkčním ztrátám.

V této práci se zabývám zkoumáním intenzity inbrední deprese u nejdůležitějších vlastností pro chov skotu – mléčná produkce, masná produkce a reprodukční vlastnosti.

3.2.1 Projevy inbrední deprese u znaků mléčné produkce

Mléčná užitkovost je velice důležitou produkční vlastností pro chov dojného skotu. Vědci již desetiletí věnují pozornost projevům inbrední deprese na tyto vlastnosti – mléčná užitkovost, obsah mléčných složek (tuk, bílkoviny).

Krosigk a Lush (1958) zjišťovali vliv příbuzenské plemenitby na produkční vlastnosti u holštýnského skotu za časové období 25 let. Stanovili, že pokles produkce mléka na 1 % nárůstu F_x je přibližně – 24,5 kg.

Analýza inbreedingu a inbrední deprese u jerseykého skotu, kterou vypracovali Miglior et al. (1992), byla sestavena z 157015 kusů jerseykého skotu (narozených po roce 1955) od kanadské plemenné knihy. Záznamy byly pořízeny od 53592 dojnic, které byly dojeny dvakrát denně 305 dní v roce. Analýza byla provedena pomocí výpočtu inbredního koeficientu. Zjistili, že s průměrnou hodnotou inbredního koeficientu se zkoumané vlastnosti výrazně nelišily. Nicméně pokud byl F větší než 12,5 %, byla inbrední deprese výrazně vyšší. Dojivost při 12,5 – 18,75 % klesala například o 160,09 kg a při 18,75 – 25 % o 293,53 kg a při 25 % a více až o 172,52 kg. Při zvýšení F_x o 1 % se snížila produkce mléka o 25 kg.

Práce vypracovaná Smith et al. (1998) uvádí, že na 1 % příbuzenské plemenitby se produkce mléka snížila o 27 kg. Data pro studii zahrnovala všechny krávy klasifikované Holstien Association od roku 1983 do roku 1993.

Mc Parland et al. (2007) vypracovali analýzu u holštýnského skotu v Irsku. Data pro tuto studii byla získána z databází dojných krav Federace irského chovu skotu z let 2003 – 2005. Analýza byla provedena pomocí F-testu. Zjistili, že dojivost u zvířat s nízkým koeficientem inbreedingu ($F = 0 - 6,25$ %) nebyla ve srovnání se zvířaty bez příbuzenské plemenitby významně ovlivněna. Avšak u zvířat s $F = 6,25 - 12$ % byl pozorován výrazný pokles dojivosti o 47 kg a u zvířat s $F = 12 - 25$ % byl pokles až o 161 kg. Podobný trend byl zaznamenán také u mléčných složek, kde obsah tuku a bílkovin klesal s rostoucím koeficientem inbreedingu. Uvedeno v tabulce č. 3.

Tab. č. 3: Efekt příbuzenské plemenitby na výnos mléka, tuku a bílkovin v kg (Mc Parland et al., 2007)

F	Výnos mléka	Množství tuku	Množství bílkovin
$6,25 < F \leq 12,5$	-47,5	-0,9	-1,9
$12,5 < F \leq 25$	-160,9	-6	-4,8
$F > 25$	-172,5	-4,8	-5,9

Studie od Rokouei et al. (2010) byla vypracována z rodokmenů o 852 443 registrovaných kusů holštýnského skotu, v letech 1971 až 2007. K výpočtu byl využit inbrední koeficient a určoval se jeho vliv na různé znaky a vlastnosti. Příbuzenská plemenitba výrazně snížila produkci mléka o 16,2 – 27,4 kg, množství bílkovin o 0,43 – 0,67 kg, množství tuku o 0,37 – 0,69 kg na každé 1 % procento inbredního koeficientu.

Thompson et al. (2000) vypracovali studii, která dokumentuje vliv příbuzenské plemenitby na produkci mléka, přežitelnost, věk a stupeň laktace u jerseykého skotu v Spojených státech amerických. Data poskytl Klub jerseykého skotu. Data se skládala

z 5 491 843 testovacích dnů od 265 905 krav v letech 1970 – 1998. Vliv inbreedingu na produkci mléka a obsah mléčných složek zobrazuje tabulka č. 4.

Tab. č. 4: Vliv příbuzenské plemenitby na mléko, tuk a bílkoviny v kg na 305 denní laktaci (Thompson et al., 2000)

F	Mléko	Tuk	Bílkoviny
0,01	-18,4	-3,59	-1,52
0,02	-19,3	-4,01	-1,79
0,03	-16,4	-4,15	-2,07
0,04	-25,0	-4,84	-2,49
0,05	-52,1	-5,11	-3,32
0,06	-84,8	-5,94	-4,70
0,07	-123,5	-7,05	-6,22
0,08	-159,7	-8,02	-7,33
0,09	-163,6	-8,99	-8,16
0,10	-177,4	-8,57	-8,71
0,13	-228,1	-13,14	-11,20
0,17	-326,7	-18,95	-14,38
0,26	-297,5	-16,46	-12,17

Vliv příbuzenské plemenitby na znaky mléčné produkce u holštýnského skotu v České republice zpracovali Bezdíček a kol. (2008). Použili data z let 1990 – 2005 od krav z ČR. K výpočtu byl použit inbrední koeficient (F_x). Krávy byly rozděleny do skupin dle inbredního koeficientu ($F_x = 1,25\%$, $F_x = 2,0 - 3,125\%$, $F_x = 4,0 - 12,5\%$ a $F_x = \text{celkem}$). Bylo zjištěno, že produkce mléka na první laktaci se snížila (-103,02, -236,8, -472,24 a -247,65 kg). U obsahu mléčných složek nastala nevýznamná změna: u tuku (-0,0025, 0,1204, -0,0064 a 0,0708) i u bílkovin (-0,0063, 0,0365, -0,0346 a 0,0157). A koeficient F_x se snižuje na 1 % příbuzenské plemenitby o 59,75 kg mléka a zvyšuje o 0,0112 % tuku a 0,0030 % bílkovin.

Wiggans et al. (1995) zjišťovali dopady inbrední deprese u plemen ayrshire, brown swiss, guernsey, holštýnský skot, jersey a mléčný shorthorn. Data pro výpočet inbredního koeficientu byla získána z rodokmenů, u neregistrovaných zvířat byla data získána z kontroly užitkovosti. Produkce mléka se u všech plemen snížila. U ayrshirského skotu o 30,2 kg, u brown swiss o 24,6 kg, u guernsey o 19,6 kg, u holštýnského skotu o 29,6 kg, u jersey o 21,3 kg a u mléčného shorthorna o 22 kg na 1 % příbuzenské plemenitby. U obsahu mléčných složek se také objevil snižující se trend. Pokles u obsahu tuku byl konkrétně u plemene ayrshire – 1,16 kg, brown swiss – 1,08 kg, guernsey – 0,89 kg, holštýn – 1,08 kg, jersey – 1,03 kg, mléčný shorthorn – 0,68 kg na 1 % příbuzenské plemenitby. A pokles

u obsahu bílkovin byl velmi podobný ve stejném pořadí plemen - 1,20 kg, - 0,99 kg, - 0,77 kg, - 0,97 kg, - 0,88 kg, - 1,01 kg na 1 % příbuzenské plemenitby.

Cassell et al. (2003) také studovali intenzitu inbrední deprese a to u plemen holštýn a jersey. Dospěl k výsledku, kdy inbreeding snížil produkci mléka o 0,06 – 0,12 kg/den na 1 % příbuzenské plemenitby u holštýnského skotu a o 0,08 kg/den u jerseykého skotu.

Studie od Croquet et al. (2006) vykazovala obdobné výsledky jako předchozí zmíněné práce. Jeho výzkum se zabýval projevy příbuzenské plemenitby u holštýnského skotu ve Walloonském regionu v Belgii. Pro analýzu bylo využito dat z rodokmene 956 516 kusů skotu. Nastalo snížení dojivosti během laktace o 19,68 kg na jedno procento příbuzenské plemenitby.

Vliv inbreedingu na množství tuku a bílkovin v mléce u holštýnského skotu sledovali Bezdíček a kol. (2014). Data využitá v této studii byla z let 1990 - 2006 od dojnic a telat z České republiky. Inbrední zvířata byla rozdělena do čtyř skupin dle jejich F_x ($F_x = 1,25$ %, $F_x = 2,0 - 3,125$ %, $F_x = 4,0 - 12,5$ %, $F_x =$ celkem). Plemenné hodnoty inbredních zvířat byly porovnávány s hodnotami od neinbredních vrstevnic (2 689 kusů). Bylo zjištěno, že ve všech skupinách nastal pokles plemenných hodnot inbredních krav o 1,48 kg, 0,17 kg, 8,26 kg, 0,51 kg tuku a u bílkovin byl trend poklesu podobný a to o 0,85 kg, 0,48 kg, 3,21 kg a 0,94 kg ve stejném pořadí. Z toho vyplývá, že pokles byl výrazný pouze u skupin s vyšším inbredním koeficientem ($F_x = 4,0 - 12,5$ %).

3.2.1.1 Celkové zhodnocení dopadů inbreedingu na mléčnou produkci

Všichni autoři, které zde uvádím, se shodují, že inbreeding má negativní a podstatný vliv na produkci mléka. Toto snížení se u většiny autorů (Krosigk a Lush 1958; Miglior et al. 1992; Smith et al. 1998; Rokouei et al. 2010; Wiggans et al. 1995; Croquet et al. 2006) pohybuje v rozmezí 20 – 30 kg na 1 % inbredního koeficientu. Pouze Bezdíček a kol. (2008) uvádějí až - 59,75 kg mléka na jedno procento příbuzenské plemenitby. Tato shoda nastala i přesto, že analýzy byly provedeny u různých plemen dojného skotu, v různých státech a různými metodami výpočtů.

Dále je také zřejmé, že s narůstajícím koeficientem inbreedingu dochází ke zvyšování negativních dopadů na mléčnou produkci. To dokládá například studie od Thompsona et al. (2000), kde při $F_x = 0,01$ nastal pokles o 18,4 kg mléka za laktaci a při $F_x = 0,26$ byl tento pokles až o 297,5 kg.

U obsahu mléčných složek se všechny práce neshodují, ale význam těchto změn udávají všechny jako málo podstatný. Bezdíček a kol. (2008) uvádí, že se obsah zvyšuje

o 0,0112 % u tuku a 0,0030 % u bílkovin na 1 % F_x . Snížení obsahu mléčných složek naopak dokazují studie Rokouei et al. (2010) a Wiggans et al. (1995), kde došlo k poklesu v rozsahu cca od 0,1 – 1,5 kg na 1 % F_x .

Jakubec a kol. (2010) tuto diferenci vysvětlují. Uvádí, že při vyjádření mléčných složek v kilogramech nabývá tato produkce zpravidla záporných hodnot. Což může být způsobeno především tím, že velký podíl na vyjádřené produkci v kilogramech bílkovin nebo tuku má mléčná užitkovost, která se však nachází ve výrazné negativní korelaci k nárůstu inbredního koeficientu.

Vliv inbreedingu na počet somatických buněk sledovali Miglior et al. (1995) u holštýnského skotu v Ontariu v letech 1985 – 1990. Tato studie uvádí, že počet somatických buněk za laktaci se zvýšil 0,012 na jedno procento inbreedingu. Což je v souladu s prací od Rokouei et al. 2010 i od Croqueta et al. (2006), které také dokazují pouze minimální vliv. Ale i přesto tento malý vliv může docházet k tomu, že inbrední zvířata mají tendenci být více citlivá ke vzniku mastitid oproti neinbredním, což může mít negativní dopad na ekonomiku chovu.

3.2.2 Projevy inbrední deprese u znaků masné produkce

Dále se budu zajímat o projevy inbreedingu u znaků masné produkce. Tyto vlastnosti jsou velice důležité pro chov masného a kombinované skotu.

Fioretti et al. (2002) zjišťovali dopady příbuzenské plemenitby u piemontského skotu u produkčních i reprodukčních vlastností. Inbrední koeficienty byly vypočteny z rodokmenů zvířat narozených v letech 1970 – 1995 v Itálii. Sledovali tyto růstové vlastnosti – hmotnost v 120dnech, roční hmotnost u samců a u samic. Dospěli k výsledkům, že hmotnost v 120dnech se snížila o 0,116 kg, roční hmotnost se snížila u samců o 0,874 kg a u samic o 0,350 kg na 1 % inbredního koeficientu.

Studie od Ruiz-Fores et al. (2006) se zabývala sledováním projevů inbrední deprese u znaků růstu – hmotnost při odstavu (240 dní) a roční hmotnost. Tyto znaky byly sledovány u plemen tropicarne (5 730 kusů) narozených v letech 1960 - 2003 a brown swiss (10 471 kusů) narozených v letech 1962 – 2002. Inbrední koeficienty byly získány pomocí programu ENDOG. Tato studie neprokázala žádný významný vliv inbreedingu na tyto znaky. U plemene tropicarne se hmotnost při odstavu snížila o 0,271 kg a hmotnost v jednom roce se zvýšila o 0,056 kg, u plemene brown swiss se snížila hmotnost při odstavu o 0,106 kg a hmotnost v jednom roce o 0,213 kg na 1 % inbredního koeficientu.

Pariacote et al. (1998) uvádí, že u plemene hereford inbreeding negativně působí na porodní váhu, váhu při odstavu i na denní přírůstek. Lineární regrese přímou metodou byla u denního přírůstku – 0,189 kg při nárůstu inbreedingu o 1 %.

Dále se vlivem na masnou užitkovost zabývali Mc Parland et al. (2008). Mezi sledovanými znaky byla kvalita jatečně upraveného těla, rychlost růstu a stavba těla zvířat u plemen charolais, limousin, masný simentál, hereford a aberdeen angus. Informace o původu byly získány z ICBF databáze, obsahující záznamy od 183 495 kusů plemene charolais, 110 546 kusů plemene limousin, 91 018 kusů plemene masný simentál, 56 229 kusů plemene hereford a 60 288 kusů plemene angus. Bylo zjištěno, že se snižuje hmotnost jatečně upraveného těla a také obsah tuku v jatečně upraveném těle, dále také, že zvířata jsou menší, užší s méně vyvinutým svalstvem. U plemene hereford bylo zjištěno snížení hmotnosti jatečně upraveného těla (JUT) o 1,9 kg a u plemene charolais o 0,87 kg na 1 % příbuzenské plemenitby. Údaje o dalších znacích i od ostatních plemen jsou uvedeny v tabulce č. 5. Tato studie tedy vykazuje minimální až zanedbatelný vliv příbuzenské plemenitby vlastnosti masné užitkovosti. A je tedy v souladu s ostatními pracemi na toto téma.

Tab. č. 5: Účinek příbuzenské plemenitby u hmotnosti jatečně upraveného těla v kg, množství tuku (fat score), průměrného denního přírůstku v kg (Mc Parland et al., 2008)

	Hmotnost JUT (kg)	Množství tuku (fat score)	Průměrný denní přírůstek
Charolais	- 0,87	0,00	0,05
Limousin	- 0,85	0,01	-0,14
Masný simentál	- 0,07	0,03	-0,23
Hereford	- 1,9	- 0,06	0,02
Aberdeen angus	- 1,8	- 0,09	-0,16

Malhado et al. (2013) zjišťovali vliv inbreedingu na produkční i reprodukční znaky u buvolů plemene Murrah a Mediterranean v Brazílii. Analýza rodokmenu a koeficienty inbreedingu byly zpracovány pomocí programu ENDOG (Gutiérrez a Goyache 2005). Sledovanými znaky byly: průměrný denní přírůstek od narození do 205 dnů (ADG 205), průměrný denní přírůstek od 205 dne do 365 dne (ADG 365) a další znaky týkající se mléčné užitkovosti. Lineární model vykazoval snížení průměrného denního přírůstku (ADG 205) o 0,25 kg a u ADG 365 došlo ke snížení o 0,39 kg na každé 1 % příbuzenské plemenitby.

3.2.2.1 Celkové zhodnocení dopadů inbreedingu na masnou produkci

Jednou ze sledovaných vlastností byla hmotnost jatečně upraveného těla (JUT). Mc Parland et al. (2008) uvádí, že při nárůstu 1 % F_x nastalo snížení hmotnosti JUT v rozmezí – 0,87 až – 1,9 kg. Analýzu prováděl u pěti masných plemen (charolais, limousine, masný simentál, hereford, arbeedn angus) a rozdíly ve snížení hmotnosti mezi plemeny byly minimální, viz tab. č. 5.

U dalších znaků masné užitkovosti se autoři prací ve svých výsledcích poměrně shodují, a to i přes rozdíly vnějších podmínek a různých plemen. Studie Mc Parland et al. (2008) a Pariacote et al. (1998) uvádějí, že dochází ke snížení průměrného denního přírůstku o přibližně 0 až – 1,9 kg na 1 % F_x . Malhado et al. (2013) udávají, že při odstavu nastalo snížení hmotnosti o 0,25 kg a u hmotnosti ve 365 dnech došlo ke snížení o 0,39 kg na každé 1 % příbuzenské plemenitby, což je v souladu s prací od Fioretti et al. (2002), kde došlo ke snížení o 0,116kg při odstavu a u hmotnosti v jednom roce o 0,874 kg u samců a o 0,350 kg u samic, i s prací od Ruiz-Fores et al. (2006), kde došlo ke snížení o 0,106 kg a o 0,213 kg na jedno procento příbuzenské plemenitby.

Většina znaků masné užitkovosti je spojena s vyššími koeficienty dědivosti, proto je vliv inbrední deprese méně významný až nulový.

3.2.3 Projevy inbrední deprese u reprodukčních znaků

Mc Parland et al. (2007) udávají, že u matek s koeficientem 0 – 12 % byl zaznamenán větší výskyt dystokie (porucha mechanismu porodu vzniklá z mechanických nebo funkčních příčin) o 1 % a u matek s koeficientem 12 – 25 % o 3 %. Matkám s mírnou hodnotou F (5 – 10 %) se rodilo o 1 % víc býčků než matkám bez příbuzenské plemenitby, avšak od větší míry F (>16 %) se začalo rodit o 3 % více jaloviček. Dále bylo stanoveno, že dojnice s $F= 12,5$ % bude mít v průměru delší mezidobí o 8,8 dne, věk při prvním otelení bude o 2,5 dne delší a bude mít o 4 % menší šanci na přežití 2. laktace oproti neinbredním zvířatům. Delší mezidobí vede k otelení v méně ziskových měsících.

Smith et al. (1998) zjistili, že na 1 % příbuzenské plemenitby se zvýšil věk při první otelení o 0,55 dne, produktivní život se snížil o 6 dnů, a mléčné období se zkrátilo o 4,8 dne.

Hinrichs a Thaller (2011) zpracovali analýzu rodokmenu a příbuzenské plemenitby na účinky otelení ve velkých stádech v Německu. Byla vypracována z rodokmenů zahrnujících 73 946 zvířat. Byl sledován vliv příbuzenské plemenitby na porodní hmotnost mláďátek, obtížnost telení a mortalitu. Všechna mrtvě narozená telata a ta, která zemřela

do 48 hodin po narození, byla definována jako mrtvá. Vážení proběhlo ihned po narození. Obtížnost otelení byla zaznamenána podle oficiální stupnice ADR (zastřešující organizace produkce skotu v Německu): 1. stupeň – bez pomoci nebo s pomocí 1 osoby, 2. stupeň – pomoc 2 nebo více osob, 3. stupeň – veterinární pomoc, 4. stupeň – operace. Dvojčata byla vyloučena ze všech analýz. Inbrední koeficient neměl žádný významný vliv na porodní hmotnost a obtížnost otelení. Ale ukázal se vliv na narození mrtvého telete: riziko narození mrtvého plodu se zvýšilo o 0,22 % na 1 % příbuzenské plemenitby.

Analýzu vlivu příbuzenské plemenitby na četnost obtížných porodů a mortalitu telat zkoumali Adamec et al. (2006). Tato analýza byla provedena u prvních tří porodů krav holštýnského skotu. Všechna mrtvě narozená telata a ta, která zemřela do 48 hodin po narození, byla definována jako mrtvá. Za obtížné byly označeny porody, které byly na stupnici 3 – 5 (3 – nutná asistence, 4 – náročný, 5 – extrémně náročný). Frekvence obtížných porodů u inbredních zvířat se zvýšila asi o 1 %. Dále potom mortalita při prvním otelení se zvýšila o 0,25 % u narozených býčků a o 0,20 % u narozených jaloviček na jedno procento inbrední deprese. Při dalších porodech se toto nebezpečí snižovalo.

González et al. (2007) studovali projevy inbrední deprese u španělského mléčného skotu. Zabýval se znaky mléčné užitkovosti a reprodukce – délka březosti, obtížnost telení a servis perioda (SP). Data poskytla Holštýnská asociace ze tří regionů Španělska (Basque Country, Navarra a Gerona). Kompletní rodokmen obsahoval 564 317 zvířat z let 1994 – 2006. Obtížnost porodů byla klasifikována dle oficiální stupnice (1 = bez pomoci, 2 = porod s drobnou pomocí, 3 = pomoc nutná, 4 = císařský řez, z důvodu velikosti telete a 5 = císařský řez z jiných důvodů). Dojnice vybrané pro test měly mezidobí v rozmezí od 300 do 600 dnů, SP 25 – 160dnů, první otelení se konalo od 18 do 24 měsíců a březost trvala 272 – 292 dní. Skot byl rozdělen dle inbredního koeficientu F do čtyř skupin (F1 = 0 – 3,125 %, F2 = 3,125 – 6,25 %, F3 = 6,25 – 12,5 % a F4 = 12,5 – 25 %). Dojnice, které byly ve skupině F3 měly kratší březost o 1,68 % ve srovnání s dojnicemi ze skupin F1 a F2. Pokud zvíře mělo vyšší koeficient inbreedingu, nastávaly poruchy plodnosti v průměru od 1 do 6 %. Při F = 12,5 % se zhoršilo zabřezávání o 2 % a při F vyšším než 25 % se zabřezávání zhoršilo o 6 %. Také bylo zjištěno, že krávy s vysokým koeficientem inbreedingu mají horší průběhy porodů.

Cílem této studie bylo zhodnotit účinek příbuzenské plemenitby na výnos a kvalitu embryí skotu. Data byla získána od 125 holštýnských superovulovaných krav na 3 farmách v České republice v roce 2010 a 2011. Říje byla synchronizována pomocí PGF_{2α} a superovulace byla vyvolána pomocí gonadotropních hormonů podávaných dvakrát denně po dobu 5 dnů. Inseminace byla provedena 4x po rozmražení sperma ve 12h intervalech.

Získání embryí bylo provedeno standartní nechirurgickou metodou – výplach děložního rohu. Inbrední dojnice byly rozděleny do dvou skupin. První skupina měla $F = 1,26 - 1,56 \%$ a druhá $F = 3,1 - 25 \%$. První skupina měla velmi malé a nevýznamné rozdíly kvality embryí v porovnání s neinbredními kravami. Druhá skupina je měla o něco vyšší. Dále vyplynulo, že každé 1 % zvýšení inbredního koeficientu zvýšilo podíl degenerovaných embryí o 2,23 %. (Bezdiček a kol. 2014)

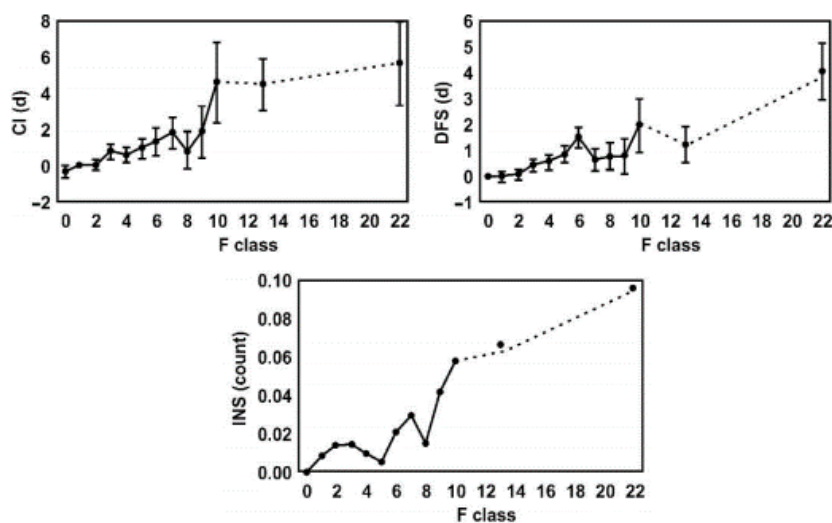
Maximini et al. (2010) zkoumali kvalitu ejakulátu u býků plemene masný simentál, chovaných v Rakousku. Data získali od 715 býků z inseminačních stanic. Byly použity dvě sady dat. Sada č. 1. obsahovala 13 693 ejakulátů od 317 býků odebraných v letech 2000 – 2004, sada č. 2. obsahovala 16 094 ejakulátů od 398 býků odebraných v letech 2000 – 2006. Sledovanými znaky byly objem ejakulátu, koncentrace spermií, aktivita spermií, počet spermií v ejakulátu a procento oplození schopných spermií. Inbrední koeficienty byly u býků převážně nízké a to v rozpětí mezi 1,2 – 1,5 %, pouze 1 – 2 % býků měla koeficient vyšší než 5 %. Minimální negativní výsledek byl u všech pěti sledovaných znaků alespoň v jedné sadě dat, viz tabulka č. 6. Tato studie tedy dokazuje, že vliv inbreedingu na jakostní vlastnosti spermatu je minimální a bezvýznamný.

Tab. č. 6: Účinek 10 % nárůstu F_x na znaky jakosti spermatu (Maximini et al., 2010)

	Sada č. 1.	Sada č. 2.
Objem ejakulátu (ml)	- 0,694	- 1,532
Koncentrace spermií (- 0,147	- 0,125
Počet spermií v ejakulátu	- 1,818	- 2,397
Procento oplození schopných spermií	- 3,547	- 2,720
Aktivita spermií	- 0,141	0,203

Studie vypracovaná Wall et al. (2005) se věnovala dopadům inbrední deprese také u znaků reprodukce – mezidobí (CI), inseminační interval (DFS), inseminační index (INS) u holštýnského skotu. Inbrední koeficienty pro všechna zvířata byly v této studii vypočteny pomocí speciálního algoritmu. Tato analýza dokázala, že příbuzenská plemenitba měla významný a nepříznivý účinek na všechny tyto znaky. U zvířat s $F = 10 \%$ byl nárůst mezidobí o 2,8 dne, nárůst inseminačního intervalu o 1,7 dne oproti neinbredním zvířatům.

Graf č. 5: Efekt inbrední deprese ve vztahu k CI - délce mezidobí [den], DFS – inseminačnímu intervalu [den] a k INS - inseminačnímu indexu [počet inseminací] (Wall et al., 2005)



Fioretti et al. (2002) zjistili, že věk při první inseminaci se snížil o 0,623 dne a věk prvního otelení o 0,763 dne na 1 % inbredního koeficientu u plemene piemontese.

Rokouei et al. (2010) ve své studii, zabývající se projevy inbrední deprese u holštýnského skotu v Íránu, uvádí, že vliv na reprodukční vlastnosti byl nepatrný. Délka mezidobí na první laktaci se zvýšila jen o 0,14 dne a na druhé o 0,21 dne, pouze na třetí byl nárůst patrnější a to o 0,53 dne na každé 1 % příbuzenské plemenitby. Délka inseminačního intervalu se zvýšila pouze o 0,19 dne na první laktaci a o 0,08 dne na druhé laktaci na 1 % koeficientu inbreedingu. Vliv na počet somatických buněk byl nízký a významný pouze u třetí laktace, kde se zvýšil o $8,69 \cdot 10^{-3}$ jednotek, u první laktace došlo k nárůstu pouze o 4,25 a u druhé o $3,20 \cdot 10^{-3}$ jednotek na 1 % příbuzenské plemenitby. Dále věk prvního otelení se prodloužil o 0,45 dne na 1 % příbuzenské plemenitby. Nepatrná změna nastala u délky březosti, u jalovic se zvýšila pouze o 0,01 dne, u dojnic na první laktaci se dosáhlo stejného výsledku a u dojnic na druhé laktaci nastalo snížení o 0,01 dne na 1 % inbreedingu.

3.2.3.1 Celkové zhodnocení dopadů inbreedingu na znaky reprodukce

Reprodukční znaky jsou velice podstatné pro chov mléčného i masného skotu a jsou spjaty s ekonomikou celého chovu. A jelikož jsou spojeny s nízkou dědivostí, předpokládá se, že příbuzenská plemenitba bude mít značný vliv právě na tyto vlastnosti.

Jedním ze základních znaků je délka mezidobí, tedy počet dnů mezi dvěma teleními. Rokouei et al. (2010) zjistili, že dopad inbreedingu byl významný pouze u dojnic na třetí

laktaci, kdy došlo ke zvýšení o 0,53 dne na 1% F_x . Mc Parland et al. (2007) udávají, že k významnému zvýšení mezidobí došlo na vyšších koeficientech F_x , například u dojnic s $F_x = 12,5\%$ se zvýšilo o 8,8 dne, oproti tomu Wall et al. (2005) udávají, že u zvířat s $F_x = 10\%$ došlo ke zvýšení pouze 2,8 dne na jedno procento příbuzenské plemenitby.

Další významnou vlastností je věk při prvním otelení. U této vlastnosti se všichni autoři shodovali (Fioretti et al. 2002; Smith et al. 1998; Rokouei et al. 2010), že v průměru došlo k nárůstu o 0,45 – 0,76 dne na jedno procento koeficientu inbreedingu.

Délku servis periody zkoumali Bezdíček a kol. (2007) u holštýnského skotu v České republice. Bylo prokázáno prodloužení v závislosti na stupni inbredního koeficientu. Prodloužení servis periody bylo o 0,22 dne na jedno procento F_x .

Také došlo ke zvýšení rizika narození mrtvého plodu a to v průměru o 0,22 % na jedno procento F_x (Adamec et al. 2006; Hinrichs a Thaller 2011). Adamec et al. (2006) a González et al. (2007) udávají, že došlo ke zvýšení frekvence obtížných porodů, ale naopak Hinrichs a Thaller (2011) tvrdí, že inbrední deprese neměla žádný významný vliv na porodní hmotnost ani na obtížnost otelení. Dále vyplynulo, že každé 1 % zvýšení inbredního koeficientu zvýšilo podíl degenerovaných embryí o 2,23 % (Bezdíček a kol. 2014).

Nepatrný nebo žádný vliv neměla příbuzenská plemenitba na kvalitu ejakulátu u býků (Maximini et al. 2010) a na délku březosti (Rokouei et al. 2010).

3.3 Ekonomický dopad příbuzenské plemenitby v chovu skotu

Kasadra a Kadlečík (2007) zjišťovali ekonomické dopady inbreedingu u malé, ohrožené populace pinzgavského skotu na Slovensku. Data pro tuto studii byla získána z rodokmenů 1611 kusů krav pinzgavského plemene od Státního chovatelského ústavu z let 1998 – 2003. Pro hodnocení ekonomického dopadu byly plemenice rozděleny do tří skupin. První skupina se skládala z 98 krav s inbredním koeficientem menším nebo rovno 0,01, druhá skupina se skládala z 90 krav s F větším než 0,1 a třetí skupina se skládala z 1 424 krav bez příbuzenské plemenitby. Vliv na produkci mléka a mléčných složek byl zjištěn regresní analýzou pomocí lineárního modelu. Výsledky ukázaly pokles SPI (slovenský index produkce) při zvyšování hodnoty F_x . Bylo vyhodnoceno, že inbrední deprese na 1 % příbuzenské plemenitby je - 39,60 SKK (- 1,05 €) u SPI. Rozdíly mezi 1. a 3. skupinou nevykazovaly žádný významný rozdíl v odhadované plemenné hodnotě. To znamená, že koeficient inbreedingu nižší než 0,01 nemá vliv na produkci mléka.

Thompson et al. (2000) uvádí, že přežitelnost u jerseykého skotu byla snížena na všech úrovních příbuzenské plemenitby, což může představovat největší ekonomické

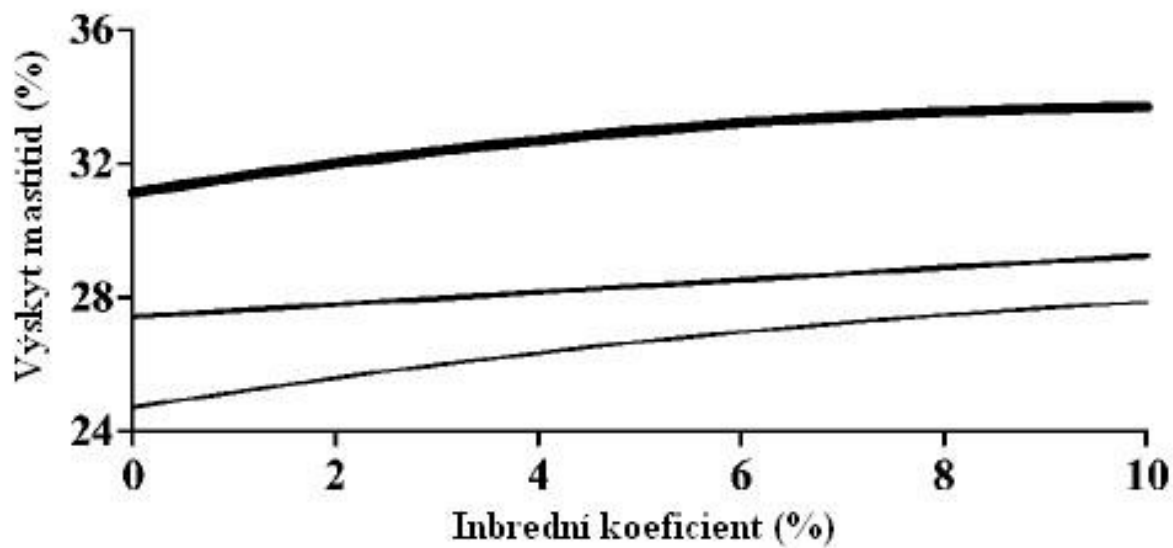
ztráty. Při současném tempu příbuzenské plemenitby totiž ztráty představují víc než 1 % z hrubého příjmu. Ztráty z přežitelnosti totiž představují ekonomickou zátěž pro chovatele z důvodu vysokých nákladů na náhrady.

Cílem studie, kterou zpracovali Croquet et al. (2006), bylo zkoumat dopady příbuzenské plemenitby u holštýnského skotu na různé produkční vlastnosti a vyhodnotit celkový vliv na ekonomiku chovu. Pro zjištění bylo využito t-testu, který porovnává odhadované chyby a účinky. Pro tuto studii byl využit soubor rodokmenů obsahující 956 516 kusů zvířat, narozených v letech 1913 až 2004. Studie udává, že ztráty na doživosti byly nižší než v jiných studiích, což může znamenat, že inbrední deprese nevykazuje konstantní hodnoty, ale relativní k průměrné produkci. Dále měla inbrední zvířata tendenci k vyšší hodnotě počtu somatických buněk, což může znamenat, že mají tendenci být více citlivé ke vzniku mastitid. Studie dospěla k výsledku, že celková ekonomická při nárůstu inbrední deprese o 1 % je – 6,13 €.

Mastitida je považována za jednu z nejvíce nákladných chorob u mléčného skotu. Může představovat přibližně až 50 % ročních nákladů na zdravotní péči a také způsobuje většinu dysfunkcí mléčné žlázy. Ztráty se pohybují od 22 do 24 € z čistého příjmu za život jedince na 1 % zvýšení inbreedingu. V USA v roce 1994 bylo mastitidou postiženo více než 9,5 milionů dojnic. (Smith et al. 1998).

Dopadem příbuzenské plemenitby na výskyt mastitid u dojnic se také zabývali Sørensen et al. (2006). Snaží se dokázat, že příbuzenská plemenitba má vliv na zvýšení výskytu mastitid v prvních třech laktacích u holštýnského skotu. Dánská databáze skotu poskytla záznamy léčby mastitidy a počtu somatických buněk. Výskyt mastitid byl zaznamenán binárně, dojnice, u kterých byla zjištěna mastitida (jednou i víckrát) byly označeny jako 1 a ostatní jako 0. Jednotlivé koeficienty inbreedingu byly vypočteny pomocí algoritmu podle Meuwissen and Luo (1992). Dospěli k výsledku, že příbuzenská plemenitba nepříznivě ovlivňuje vznik mastitid na všech třech laktacích. Graf č. 6 ukazuje předpokládaný vzájemný vztah F_x ke vzniku mastitid. Podle dánských produkčních poměrů tyto dopady snižují návratnost o – 1,90 € na – 3,80 €. U dojnic se třemi laktacemi je tento rozdíl – 9,10 € za život.

Graf č. 6: Předpokládaný vztah mezi inbredním koeficientem a výskytem mastitid na první (tenká linka), na druhé (střední linka) a na třetí (nejsilnější linka) laktaci (Sørensen et al. 2006)



4 Závěr

Cílem této práce bylo zhodnotit negativní dopady příbuzenské plemenitby na znaky a vlastnosti u skotu a dále celkový vliv na ekonomické výsledky chovu.

Nejdříve byly charakterizovány některé základní genetické pojmy, týkající se inbreedingu. Poté jsem sledovala projevy inbrední deprese u znaků mléčné, masné produkce a u znaků reprodukčních. Autoři se shodovali v negativním vlivu na dojivost a ve zhoršení reprodukčních znaků – délka mezidobí, věk při prvním otelení, délka servis periody. U obsahu mléčných složek literatura uvádí rozdílné výsledky, ale vliv na obsah těchto složek byl u všech autorů minimální. K minimálním projevům při zvyšování inbredního koeficientu došlo také u všech zkoumaných znaků masné produkce i u zvyšování počtu somatických buněk.

Dále jsem sledovala změny úrovně příbuzenské plemenitby v jednotlivých populacích. Zjistila jsem, že všichni autoři se shodují, že v posledních desetiletích dochází k intenzivnímu nárůstu koeficientu inbreedingu. V některých zemích se již začala pravidelně sledovat příbuznost mezi zvířaty na základě dat z plemenných knih. Obdobné statistiky jsou vypočítávány i v USA. Myslím si, že toto sledování míry inbreedingu by mělo být v každé zemi, které je chov skotu významnou součástí. Jelikož při nedbalé šlechtitelské práci, kdy dochází k nárůstu F_x , budou následovat s velkou pravděpodobností i značné ekonomické ztráty.

Největší dopad na ekonomiku chovu dojného skotu při zvýšeném inbredním koeficientu má, dle několika autorů, vznik mastitid. Jelikož i u méně inbredních zvířat je zvýšena pravděpodobnost vzniku a také proto, že je mastitida považována za chorobu s největším ekonomickým dopadem na výsledky chovu. Při nízkých stupních příbuzenské plemenitby nejsou u chovu masného skotu dopady na ekonomiku nijak podstatné. Ale při zvýšení stupně inbreedingu by již také mohlo docházet k větším ztrátám.

5 Seznam literatury

- Adamec, V., Cassell, B. G., Smith, E. P., Pearson, R. E. 2006. Effects of inbreeding in the dam on dystocia and stillbirths in US Holsteins. *Journal of dairy science*. 89 (1). 307-314.
- Bezdíček, J., 2006. Heterozní efekt a inbrední deprese. *Náš chov*. 3. 89-90.
- Bezdíček, J., Stádník, L., Makarevich, A., Kubovicová, E., Louda, F., Hegedusová, Z., Nejdlová, M. 2014. Effect of inbreeding on yield and quality of embryos recovered from superovulated Holstein cows. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*. 38 (6). 681-685.
- Bezdíček, J., Šubrt, J., Filipčík, R., Bjelka, M., Dufek, A. 2007. The effects of inbreeding on service period and pregnancy length in Holsteins and Czech Fleckviehs after the first calving. *Arch Tierz*. 50. 455-463.
- Bezdíček, J., Šubrt, J., Filipčík, R. 2008. The effect of inbreeding on milk traits in Holstein cattle in the Czech Republic. *Arch Tierz*. 51. 415-425.
- Bezdíček, J., Šubrt, J., Filipčík, R., Říha, J. 2014. Evaluation of milkfat and milkprotein production in inbred and outbred Holstein cows. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*. 57 (5). 19-26.
- Bouška, J. a kol. 2006. *Chov dojného skotu*. Profi Press. Praha. 184 s. ISBN: 80-86726-16-9.
- Cassell, B. G., Adamec, V., Pearson, R. E. 2003. Effect of incomplete pedigrees on estimates of inbreeding and inbreeding depression for days to first service and summit milk yield in Holsteins and Jerseys. *Journal of dairy science*. 86 (9). 2967-2976.
- Croquet, C., Mayeres, P., Gillon, A., Vanderick, S., Gengler, N. 2006. Inbreeding depression for global and partial economic indexes, production, type, and functional traits. *Journal of dairy science*. 89 (6). 2257-2267.

Fioretti, M., Rosati, A., Pieramati, C., Van Vleck, L. D. 2002. Effect of including inbreeding coefficients for animal and dam on estimates of genetic parameters and prediction of breeding values for reproductive and growth traits of Piedmontese cattle. *Livestock production science*. 74 (2). 137-145.

González-Recio, O., de Maturana, E. L., Gutiérrez, J. P. 2007. Inbreeding depression on female fertility and calving ease in Spanish dairy cattle. *Journal of dairy science*. 90 (12). 5744-5752.

Hinrichs, D., Thaller, G. 2011. Pedigree analysis and inbreeding effects on calving traits in large dairy herds in Germany. *Journal of dairy science*. 94 (9). 4726-4733.

Jakubec, V., Bezdíček, J., Louda, F. 2010. Selekcce – inbríding – hybridizace. *Agrovýzkum Rapotín. Rapotín*. 382 s. ISBN: 978-80-87144-22-0.

Kasarda, R., Kadlecik, O. 2007. An economic impact of inbreeding in the purebred population of Pinzgau cattle in Slovakia on milk production traits. *Czech Journal of Animal Science*. 52 (1). 7.

Kearney, J. F., Wall, E., Villanueva, B., Coffey, M. P. 2004. Inbreeding trends and application of optimized selection in the UK Holstein population. *Journal of Dairy Science*. 87 (10). 3503-3509.

Krosigk, C. M., Lush, J. L. 1958. Effect of Inbreeding on Production in Holsteins. *Journal of Dairy Science*. 41. 105-113.

Malhado, C. H. M., Malhado, A. C. M., Carneiro, P. L. S., Ramos, A. A., Carrillo, J. A., Pala, A. 2013. Inbreeding depression on production and reproduction traits of buffaloes from Brazil. *Animal Science Journal*. 84 (4) 289-295.

Maximini, L., Fuerst-Waltl, B., Gredler, B., & Baumung, R. 2011. Inbreeding Depression on Semen Quality in Austrian Dual-Purpose Simmental Bulls. *Reproduction in Domestic Animals*. 46 (1). e102-e104.

- Mc Parland, S., Kearney, J. F., MacHugh, D. E., Berry, D. P. 2008. Inbreeding effects on postweaning production traits, conformation, and calving performance in Irish beef cattle. *Journal of animal science*. 86 (12). 3338-3347.
- Mc Parland, S., Kearney, J. F., Rath, M., Berry, D. P. 2007. Inbreeding effects on milk production, calving performance, fertility, and conformation in Irish Holstein-Friesians. *Journal of Dairy Science*. 90 (9). 4411-4419.
- Meuwissen, T. H. E., and Z. Luo. 1992. Computing inbreeding coefficients in large populations. *Genet. Sel. Evol.* 24. 305–313.
- Miglior, F., Szkotnicki, B., Burnside, E. B. 1992. Analysis of levels of inbreeding and inbreeding depression in Jersey cattle. *Journal of dairy science*. 75 (4). 1112-1118.
- Northcutt, S. L., Buchanan, D. S., Clutter, A. C. 2004. *Inbreeding in Cattle*. Division of Agricultural Sciences and Natural Resources, Oklahoma State University.
- Pariacote, F., Van Vleck, L. D., MacNeil, M. D. 1998. Effects of inbreeding and heterozygosity on preweaning traits in a closed population of Herefords under selection. *Journal of animal science*. 76 (5). 1303-1310.
- Purfield, D. C., Berry, D. P., McParland, S., Bradley, D. G. 2012. Runs of homozygosity and population history in cattle. *BMC genetics*. 13 (1). 70.
- Rokouei, M., Torshizi, R. V., Shahrabak, M. M., Sargolzaei, M., Sørensen, A. C. 2010. Monitoring inbreeding trends and inbreeding depression for economically important traits of Holstein cattle in Iran. *Journal of dairy science*. 93 (7). 3294-3302.
- Ruíz-Flores, A., Núñez-Domínguez, R., Ramírez-Valverde, R., Domínguez-Viveros, J., Mendoza-Domínguez, M., Martínez-Cuevas, E. 2006. Levels and effects of inbreeding on growth and reproductive traits in Tropicarne and Brown Swiss cattle. *Agrociencia*.

- Sewalem, A., Kistemaker, G. J., Miglior, F., Van Doormaal, B. J. 2006. Analysis of inbreeding and its relationship with functional longevity in Canadian dairy cattle. *Journal of dairy science*. 89 (6). 2210-2216.
- Smith, L. A., Cassell, B. G., Pearson, R. E. 1998. The effects of inbreeding on the lifetime performance of dairy cattle. *Journal of Dairy Science*. 81 (10). 2729-2737.
- Sørensen, A. C., Madsen, P., Sørensen, M. K., Berg, P. 2006. Udder health shows inbreeding depression in Danish Holsteins. *Journal of dairy science*. 89 (10). 4077-4082.
- Sørensen, A. C., Sørensen, M. K., Berg, P. 2005. Inbreeding in Danish dairy cattle breeds. *Journal of dairy science*. 88 (5). 1865-1872.
- Thompson, J. R., Everett, R. W., Wolfe, C. W. 2000. Effects of inbreeding on production and survival in Jerseys. *Journal of dairy science*. 83 (9). 2131-2138.
- Wall, E., Brotherstone, S., Kearney, J. F., Woolliams, J. A., Coffey, M. P. 2005. Impact of nonadditive genetic effects in the estimation of breeding values for fertility and correlated traits. *Journal of Dairy Science*. 88 (1). 376-385.
- Weigel, K. A., & Lin, S. W. 2000. Use of computerized mate selection programs to control inbreeding of Holstein and Jersey cattle in the next generation. *Journal of dairy science*. 83 (4). 822-828.
- Wiggans, G. R., VanRaden, P. M., Zurbier, J. 1995. Calculation and use of inbreeding coefficients for genetic evaluation of United States dairy cattle. *Journal of Dairy Science*. 78 (7). 1584-1590.
- Zahrádková, R. a kol. 2009. Masný skot od A do Z. Český svaz chovatelů masného skotu. Praha. 397 s. ISBN: 978-80-254-4229-6.

6 Seznam tabulek

Tab. č. 1: Četnost samců a samic podle úrovně F_x v letech 1990 – 2000 (Kearney et al. 2004)

Tab. č. 2: Počet zvířat, průměrná hodnota F od narození a procentické zastoupení zvířat v jednotlivých kategoriích (Sewalem et al., 2006)

Tab. č. 3: Efekt příbuzenské plemenitby na výnos mléka, tuku a bílkovin v kg (Mc Parland et al., 2007)

Tab. č. 4: Vliv příbuzenské plemenitby na mléko, tuk a bílkoviny v kg na 305 denní laktaci (Thompson et al., 2000)

Tab. č. 5: Účinek příbuzenské plemenitby u hmotnosti jatečně upraveného těla v kg, množství tuku (fat score), průměrného denního přírůstku v kg (Mc Parland et al., 2008)

Tab. č. 6: Účinek 10 % nárůstu F_x na znaky jakosti spermatu (Maximini et al., 2010)

7 Seznam grafů

Graf č. 1: Průměrný koeficient inbreedingu v závislosti na roku narození u holštýnského plemene - tlustá čára, jersey - šedá linka a u dánského červeného - černá linka (Sørensen et al., 2005)

Graf č. 2: Průměrný inbrední koeficient od narození pro samce (▲) a pro samice (■) u íránského holštýnského skotu (Rokouei et al. 2010)

Graf č. 3: Průměrný inbrední koeficient (%) u holštýnského skotu pro samce (- - -) a pro samice (—) v letech 1965 až 2003 (Croquet et al. 2006)

Graf č. 4: Průměrná hodnota F_x u plemen ayrshire - A, brown swiss - B, guernsey - G, holštýn - H, jersey - J a mléčný shorthorn - M (Wiggas et al., 1995)

Graf č. 5: Efekt inbrední deprese ve vztahu k CI - délce mezidobí [den], DFS – inseminačnímu intervalu [den] a k INS - inseminačnímu indexu [počet inseminací] (Wall et al., 2005)

Graf č. 6: Předpokládaný vztah mezi inbredním koeficientem a výskytem mastitid na první (tenká linka), na druhé (střední linka) a na třetí (nejsilnější linka) laktaci (Sørensen et al. 2006)