

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra speciální zootechniky



**Úroveň zabřezávání jalovic po inseminaci konvenční
a sexovanou dávkou**

Diplomová práce

Autor práce: Michaela Ulbrichová

Vedoucí práce: doc. Ing. Luděk Stádník, Ph.D.

© 2016 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Úroveň zabřezávání jalovic po inseminaci konveční a sexovanou dávkou" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího diplomové 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 diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 8.4.2016

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala vedoucímu diplomové práce doc. Ing. Lud'kovi Stádníkovi, Ph.D a Ing. Jaromírovi Ducháčkovi, Ph.D za cenné rady, připomínky při tvorbě práce a pomoci při vyhodnocení dat. Dále zootechnikovi z podniku ZEAS Podorlicko a.s. Ing. Miloslavu Švorcovi a Vojtěchu Švorcovi DiS. za pomoc při sběru dat a za cenné rady z praxe.

Úroveň zabřezávání jalovic po inseminaci konvenční a sexovanou dávkou

Souhrn

Cílem práce bylo porovnat výsledky zabřezávání jalovic na základě typu použité inseminační dávky, přesněji konvenční a sexované. Hypotézou byl předpoklad vyšší úrovně zabřezávání po inseminaci konvenční dávkou než při použití dávky sexované.

Hodnocení probíhalo v období od 25. 6. 2013 do 2. 11. 2015 v zemědělském podniku ZEAS Podorlicko a.s. a celkem bylo sledováno 988 jalovic. Podklady pro vyhodnocení byly zpracovány z faremní evidence, ze které byla vytvořena databáze zabřezávání jalovic vzhledem k typu inseminační dávky. Ke statistickému zpracování byl použit program SAS 9.3.

V souboru jalovic byl sledován vliv měsíce inseminace, roku inseminace, pořadí inseminace a typu inseminační dávky na věk při první inseminaci a její výsledek.

Na hladině významnosti ($P < 0,001$) byla zjištěna negativní korelace roku inseminace na věk při první inseminaci ($r = -0,195$).

Dále bylo dokázáno, že rok inseminace ovlivňuje její výsledek ($r = 0,068$) a výsledek inseminace měl pozitivní vliv na věk při první inseminaci. Tyto dva jevy byly zjištěny na hladině významnosti ($P < 0,05$). Vyplývá z toho tedy, že v roce 2015 bylo dosaženo lepší úrovně zabřezávání než v letech předcházejících (2013 a 2014) a také byla prokázána vyšší úroveň úspěšného zabřezávání se stoupajícím věkem při první inseminaci.

Na základě statistické průkaznosti ($P < 0,001$) se zjistilo, že jalovice lépe zabřezly po konvenční inseminační dávce (65,69 %) než po sexované (37,28 %). Také byl nalezen statisticky průkazný rozdíl mezi měsícem inseminace a jejím výsledkem. Naproti tomu nebyl zaznamenán statisticky průkazný vliv pořadí inseminace na výsledek inseminace.

Podle zjištěných výsledků lze potvrdit hypotézu lepšího zabřezávání jalovic, které byly oplodněny konvenční inseminační dávkou oproti sexované. Z dalších zjištěných výsledků lze soudit, že je potřebné se zaměřit na reprodukci v jednotlivých částech roku, zvláště pak v měsíci září, říjnu, listopadu a prosinci, kde byla úspěšnost zabřezávání nejnižší.

Klíčová slova: Skot, reprodukční cyklus, říje, sexace spermií, inseminace, inseminační dávka, konvenční inseminační dávka, sexovaná inseminační dávka, březost

Level of heifers conception rate after insemination of convertional and sexed dose

Summary

The object of the study was to compare the results of insemination of dairy cows by using type of insemination dose, convertional or sexed. The hypothesis is an assumption of higher level of heifers conception rate after insemination by convertional dose than by using a sexed dose.

The evaluation was conducted on the farm ZEAS Podorlicko a.s in the period from June 25th, 2013 to November 2nd, 2015 and there were monitored 998 heifers. Data for the evaluation were processed from the farm records and was created a database of heifers conception rate due to the type of insemination doses. For the statistical processing was used software SAS 9.3.

In the group of heifers was observed influence month, year, the rank of the insemination and type of insemination dose on the age of first insemination and its result.

At the level of significance ($P < 0,001$) was observed negative effect of insemination on age of first insemination ($r = -0,195$).

It was also proved, that year of insemination has effect on result of conception rate ($r = 0,068$) and the result insemination had a positive effect on age at first insemination. These two phenomena were detected at the level of significance ($P < 0.05$). Therefore, it was achieved a better level of conception rate in 2015 than in previous years (2013 and 2014) and also was demonstrated higher levels of successful conception rates with increasing age of heifers at first insemination.

Based on statistical significance ($P < 0.001$) I found that level of heifers conception rate was higher after convertional insemination dose (65.69%) than sexed dose (37.28%). There was also a statistically significant difference between the month of insemination and its result. On the other side, there was no statistically significant effect of rank of insemination on its result.

According to those results the hypothesis, that there si higher level of conception rate by using convertional insemination dose, can be confirmed. The findings show us, that it is necessary to focus on reproduction in various parts of the year, especially in September, October, November and December, where the conception rate was lowest.

Keywords: Cattle, reproductive cycle, estrus, sexed sperm, insemination, insemination dose, conventional insemination dose, sexed insemination, pregnancy

Obsah

1 Úvod.....	1
2 Cíl práce	2
3 Literární rešerše	3
3.1 Odchov jalovic	3
3.1.1 Zásady odchovu telat dojených plemen.....	3
3.1.1.1 Poporodní období	3
3.1.1.2 Mlezivová a mléčná výživa	4
3.1.1.3 Rostlinná výživa	4
3.1.2 Vlastní odchov jalovic	5
3.1.2.1 Výživa jalovic.....	5
3.1.2.2 Intenzita výživy	6
3.1.3 Hodnocení odchovu jalovic	6
3.1.3.1 Úroveň tělesné kondice jalovic	6
3.1.3.2 Živá hmotnost jalovic	8
3.2 Organizace a řízení reprodukce jalovic	9
3.3 Faktory ovlivňující reprodukci u jalovic	10
3.3.1 Výživa	10
3.3.2 Zdravotní stav	10
3.4 Reprodukční ukazatele u jalovic.....	10
3.5 Pohlavní cyklus.....	12
3.5.1 Neurohumorální řízení pohlavního cyklu	12
3.5.2 Fáze pohlavního cyklu	13
3.6 Detekce říje	14
3.7 Metody detekce říje u jalovic	15
3.7.1 Vizuální detekce říje	15
3.7.2 Neautomatizované prostředky detekce říje.....	15
3.7.3 Automatizované prostředky detekce říje	16
3.8 Inseminace	17
3.8.1 Výroba inseminační dávky	18
3.8.1.1 Odběr ejakulátu býka.....	18
3.8.1.2 Laboratorní vyšetření čerstvého ejakulátu.....	19
3.8.1.3 Konzervace ejakulátu	24
3.8.1.4 Ředění ejakulátu	24
3.8.1.5 Kryokonzervace.....	25

3.8.1.6	Sexování spermií	26
3.8.2	Postup při inseminaci	27
3.8.2.1	Kontrola a identifikace inseminované plemenice	28
3.8.2.2	Příprava inseminační dávky	28
3.8.2.3	Metody umělé inseminace	28
3.8.2.4	Zaznamenání inseminace	30
3.8.3	Faktory ovlivňující inseminaci u jalovic	30
3.8.3.1	Stanovení optimální doby inseminace jalovic	30
3.8.3.2	Kvalita inseminační dávky	30
3.8.3.3	Inseminační technik	31
4	Materiály a metodika	32
4.1	Charakteristika podniku ZEAS Podorlicko a.s.	32
4.1.1	Organizace odchovu jalovic na farmě	33
4.2	Metodika zpracování výsledků	33
4.2.1	Metoda statistického zpracování	34
5	Výsledky	35
5.1	Hodnocení základních statických charakteristik	35
5.1.1	Reprodukční ukazatel	36
5.1.2	Ostatní ukazatele	36
5.2	Korelační koeficienty mezi hodnocenými faktory	39
5.3	Hodnocení základních statistik modelové rovnice	40
5.4	Analýza rozptylu (ANOVA)	40
6	Diskuze	42
7	Závěr	44
8	Seznam literatury	45
9	Seznam použitých zkratk a symbolů	52
8	Přílohy	53
	Seznam příloh	56

1 Úvod

Chov skotu je neodmyslitelnou součástí odvětví zemědělské výroby v České republice a svými produkty (např. mléko, maso, rohovina, chlévská mrva) umožňuje jedno z nejširších využití z hospodářských zvířat.

Pro ekonomicky udržitelný chov skotu je nezbytná reprodukce a také odchov mladého dobytka, kde v chovech dojeného skotu je často opomíjen odchov jalovic. Správným odchovem jalovic lze získat zdravé, odolné a výkonné plemenice na obměnu stáda.

Plodnost plemenic, která má nízkou dědičnost, je ovlivněna především faktory vnějšího prostředí. Jako nejvýznamnější vliv vnějšího prostředí je uváděn chovatel, neboť rozhoduje o podmínkách chovu (např. výživa, technologie použité v chovu, řízení reprodukce).

V dnešní době je mnoho způsobů jak řídit reprodukci a každý podnik si na základně svých možností vybírá takový způsob, který mu vyhovuje.

2 Cíl práce

Cílem diplomové práce bylo vypracování literární rešerše, zaměřené na problematiku inseminačních dávek a inseminace samotné, a vyhodnocení provozního sledování.

Hypotézou byl předpoklad vyšší úrovně zabřezávání po inseminaci konvenční dávkou než při použití dávky sexované.

3 Literární rešerše

3.1 Odchov jalovic

Odchov jalovic je nedílnou součástí obratu dojných stád a jeho způsob či délka udávají, za jakou cenu a v jaké kvalitě budou jalovice vstupovat do chovu (Krpáková a Štípková, 2014). Vhodný odchov jalovic je předpokladem získání zdravých, odolných a výkonných plemenic pro obměnu stáda a přímo či nepřímo ovlivňuje rentabilitu chovu dojnic (Bazeley et al., 2015). Například správným řízením lze dosáhnout zkrácení období odchovu a snížení nákladů, aniž by došlo ke zhoršení jejich následné mléčné užitkovosti, reprodukční výkonnosti a dlouhověkosti (Vacek a kol., 2012).

3.1.1 Zásady odchovu telat dojených plemen

Péče o telata začíná již před jejich narozením a to souborem opatření prováděných u krav v období stání na sucho, kterými lze podpořit životaschopnost a odolnost telat po narození (Louda a kol., 2008). Zásadní vliv má hlavně výživa vysokobřezích plemenic, kdy je třeba zajistit plnohodnotnou a vyrovnanou krmnou dávku. Přítomnost patogenů v krmné dávce by mohla vést k rozvoji poruch metabolismu, tučnění dojnic a lipomobilizačnímu syndromu, jež by pak negativně ovlivnily životaschopnost telat. V poslední třetině březosti přiroste plod kolem 60 % z hmotnosti telete při narození (Zeman a kol., 2006). Při vysoké energetické hodnotě krmné dávky dochází k nadměrnému zvyšování hmotnosti telete při narození a také ke zvyšování tělesné kondice plemence (Louda a kol., 2008). Optimální úroveň kondice při otelení je 3,5 – 3,75 bodu (Vacek a Kubešová, 2009).

3.1.1.1 Poporodní období

Hmotnost telete po porodu se pohybuje kolem 30 – 50 kg v závislosti na plemeni a dalších faktorech (např. výživa v poslední třetině březosti). Neodmyslitelným předpokladem pro získání životaschopného telete je správně vedený porod a následné ošetření telete (Staněk a kol., 2013). Mezi základní péči telete po porodu řadíme uvolnění dýchacích cest telete, osušení při nezájmu krávy, pečlivé ošetření pupečního pahýlu a napojení kvalitním mlezivem (Brouček a kol., 2008). Staněk a kol. (2013) uvádí, že infekce pupku postihuje 5 – 14 % telat (SRN) a 1,6 % jaloviček umírá do odstavu v důsledku neošetření pupku

a následné infekce (USA). První napojení kvalitním mlezivem je velmi důležité a musí proběhnout co nejdříve po porodu (do 3 hodin), protože obsahuje velké množství imunoglobulinů, které zajišťují pasivní imunitu telete (Burdych a kol., 2004). Oddálením napojení klesá obsah imunoglobulinů v mlezivu a také dochází ke snížení propustnosti stěny střev u telat pro velké molekuly imunoglobulinů (Doležal a kol., 2004b).

3.1.1.2 Mlezivová a mléčná výživa

Tele ošetřené po porodu je přesunuto do venkovního individuálního boxu, kde je nejdéle do dvou měsíců věku, poté následuje skupinový odchov mladého dobytka (Brouček a Šoch, 2008). Přesunem do venkovního individuálního boxu se rozšiřuje termoneutrální zóna a zvyšuje se tak výkonnost metabolismu telete (Louda a kol., 2008). V individuálních boxech začíná mléčná výživa telete, které ještě 2 – 5 dní po porodu dostává mlezivo od své matky, poté směsné mléko a mléčnou krmnou směs (Bouška a kol., 2006). Od 1. – 3. dne, nejpozději však od 7. dne, se přidává do výživy telete startér (Doležal a kol., 2004b). Startér se podává ad libitum a zabezpečuje odpovídající přísun bílkovin a energie. Díky hrubé struktuře je stimulován vývoj stěny předžaludků a zvětšuje se absorpční plocha bачorových klků, kde tvorba velkého počtu klků je předpokladem dokonalého využití živin v pozdějším věku (Bouška a kol., 2006).

Během mléčné výživy je třeba zajistit prevenci průjmových onemocnění, které jsou odrazem špatně zvoleného či nedodržovaného systému výživy, kvalitní práci ošetřovatelů a prevenci respiračních onemocnění (Louda a kol., 2008).

3.1.1.3 Rostlinná výživa

Období rostlinné výživy navazuje na období mléčné výživy telete (Zeman a kol. 2006) a ukončuje se vývin trávicího ústrojí (Bouška a kol., 2006). Na rostlinnou výživu přecházejí telata, která jsou tělesně zdravá, ve věku alespoň 8 týdnů, dosáhla hmotnosti okolo 80 kg a přijímají pravidelně dostatečné množství startéru (1,5 – 2 kg denně) (Louda a kol., 2008).

Výživa se provádí na základě pohlaví telete a intenzity růstu. Krmná dávka obsahuje kvalitní objemová krmiva, jako je seno, bílkovinná senáž, kukuřičná siláž s vyšším obsahem sušiny a postupně se snižuje obsah jaderných krmiv (Zeman a kol., 2006).

V tomto období je vhodné skupinové ustájení, kde pro jalovičky by měl být možný vstup do výběhu (Louda a kol., 2008) a poměr míst u žlabu k počtu zvířat ve skupině by měl být 1:1 (Doležal a kol., 2004a).

3.1.2 Vlastní odchov jalovic

Vlastní odchov jalovic bývá rozdělen do dvou na sebe navazujících fází. Jedná se o fáze před a po dosažení pohlavní dospělosti (Shamay et al., 2005), kde hlavním ovlivňujícím faktorem je způsob a intenzita výživy (Louda a kol., 2008).

3.1.2.1 Výživa jalovic

Výživu a krmení jalovic je třeba řídit podle základních požadavků, mezi které patří zajištění intenzivního růstu jalovic stanoveného chovným cílem, jenž je předpokladem pro zařazení do reprodukčního cyklu (Zeman a kol., 2006). Například chovný cíl u plemene holštýnský skot udává, že pro rentabilitu chovu by věk při prvním otelení měl být 23 - 27 měsíců, výška v kříži 141 – 145 cm a živá hmotnost 560 – 580 kg (Čmsch, 2012). Znamená to, že by jalovice měly v připouštěcím období (16 – 18 měsíců věku) dosahovat 65 – 70 % hmotnosti dospělých zvířat, přibližně tedy 360 – 380 kg (Louda a kol., 2008). Je proto důležité, aby úroveň odchovu zajistila doporučovanou hmotnost při prvním otelení, která by měla dosáhnout 85 % z dospělé krávy (Zeman a kol., 2006).

Výživa jalovic navazuje bezprostředně na výživu telat a je založena především na rostlinných krmivech, kde by byla ideální realizace výživy pouze na základě kvalitních objemných krmiv. Na druhou stranu si je třeba uvědomit, že při nynější nutriční hodnotě objemných krmiv není možné zabezpečit odpovídající koncentraci živin, jaká by byla třeba pro intenzivní odchov jalovic do 12 měsíců věku (Hofírek a kol., 2009). V průběhu prvního roku života je růst živé hmotnosti jalovic relativně intenzivní, dosahují 50 % živé hmotnosti a 85 % kohoutkové výšky v dospělosti, proto je nutné zařazovat do krmných dávek jádrná krmiva (Zeman a kol., 2006).

Ve vyšších výrobních oblastech je z ekonomického hlediska vhodné využití pastvy, kde jsou náklady na jednotku přijaté energie 3 x nižší než u krmiv podávaných ve stáji (Zeman a kol., 2006) a je nepřírozanějším způsobem chovu, kde dostatek pohybu na čerstvém vzduchu zlepšuje kondici jalovic, a to se pozitivně projevuje na reprodukci a následné mléčné produkci. U pastevně chovaných zvířat probíhají snadněji porody a rodí se životaschopnější telata. Dokonce i dostatek slunečního záření působí blahodárně na zdraví jalovic, jelikož má vliv na syntézu vitamínu D₂ a D₃ v kůži ze svých provitaminů. Význam tohoto efektu je především u rostoucích jalovic z hlediska prevence rachitidy (Hofírek a kol., 2009). Pro pastevní chov je nutné dodržení některých požadavků, mezi které patří vybírat zdravá zvířata s ošetřenými paznehty, pozvolný výživářský přechod na pastevní píci (minimálně

7 dní) a přibližně 10 – 14 dní před přechodem na pastvu navýkat na pohyb vyháněním do výběhů (Zeman a kol., 2006). Dále je třeba dbát na věkové a hmotnostní rozpětí skupin, kdy věkové rozpětí by nemělo být příliš široké a hmotnostní rozpětí by nemělo přesáhnout ± 30 kg při zahájení pastvy. Jalovice je možné pást od 7 měsíců věku, ale optimální je od 9 měsíců, kdy lépe snášejí podmínky chovu (Hofírek a kol., 2006).

3.1.2.2 Intenzita výživy

U intenzity růstu s ohledem na výživu je důležité si uvědomit existenci negativního účinku vysokoenergetické krmné dávky podávané před pubertou, která může vést k překrmování jalovic v raném věku a to má záporný vliv na vývoj mléčné žlázy (Krpálková a kol., 2014a). Kritické období vzhledem k intenzitě růstu je mezi 3. a 9. – 10. měsícem věku. V tomto období roste mléčná žláza 3,5 krát rychleji než ostatní buňky těla a při nadměrném množství energie v krmné dávce dochází k nahrazování žláznaté tkáně tukovými buňkami (Bailey and Murphy, 2009). Jestliže je růst mléčné žlázy v raném věku jalovice neadekvátní, nedochází již k maximálnímu vývinu a bude snížena užitkovost těchto zvířat (Vacek a kol., 2012).

3.1.3 Hodnocení odchovu jalovic

Pro správné řízení odchovu jalovic je nezbytné hodnocení růstu a vývoje jalovic (Gordon, 2004). Hodnocení se provádí průběžným sledováním tělesné kondice a živé hmotnosti (Bouška a kol., 2006) a mělo by vycházet z plánovaného věku při 1. otelení, hmotnosti krav v dospělosti a konkrétních podmínkách daného chovu (Vacek a kol., 2012).

3.1.3.1 Úroveň tělesné kondice jalovic

Pravidelné hodnocení stupně tělesné kondice je důležité pro řízení intenzity růstu (Bailey and Murphy, 2009), umožňuje předcházet nadměrné kondici jalovic při otelení a dále pak nadměrnému působení negativní energetické bilance po otelení (Vacek a kol., 2012). Slouží jako ukazatel výživného stavu zvířete, při němž hodnotíme množství tuku na těle, přesněji v oblasti kořene ocasu, beder a pánve (Schhs, 2009). Jedná se o neinvazivní subjektivní metodu (Říha a kol., 2004) popisující vizuální pohled na zvíře zezadu, z boku a lze využít i pohmatu (Schhs, 2009).

Bodování tělesné kondice u telat a jalovic

Při hodnocení tělesné kondice se v našich zeměpisných šířkách využívá 5-ti bodová stupnice s přesností 0,5 či 0,25 bodu s tím, že 1 odpovídá silné podvýživě a 5 přetučnělosti (Říha a kol., 2004).

Hodnocení jalovic by mělo probíhat v pravidelných intervalech a to nejméně 5x před jejich zapuštěním (Bailey and Murphy, 2009). Ve věku 6 měsíců se doporučuje první hodnocení z důvodu možné kontroly příliš rychlého nebo pomalého zvyšování hmotnosti (Vacek a kol., 2012).

Na základě hodnocení tělesné kondice můžeme předcházet ztučnění jalovic a následným možným výskytům těžkých porodů. Také starší jalovice, které nadměrně zvyšují tělesnou kondici, jsou náchylnější k metabolickým poruchám po porodu a na začátku laktace. Na druhou stranu příliš hubené jalovice budou mít nejspíš sníženou plodnost a jiné zdravotní problémy (Vacek a Kubešová, 2009).

U jalovic mladších než 6 měsíců je optimální hodnota tělesné kondice v rozmezí mezi 2 až 3 body. 2,5 až 3 body tělesné kondice jsou žádoucí u jalovic od 6. měsíce věku do zapouštění, ale nemělo by přesáhnout 3,5 bodu (Shamay et al., 2005). Při zapuštění a krátce po něm se může stupeň tělesné kondice zvyšovat od 3 do 3,5 bodu (Vacek a kol., 2012). Doporučený stupeň kondice v době porodu je 3,25 a 3,5 body (Bailey and Murphy, 2009), neměl přesáhnout 3,75 bodu (Louda a kol., 2008). Vyšší kondice v období před otelením může vést k obtížným porodům, následným metabolickým poruchám (ketózy, dislokace slezu) a snížení mléčné užitkovosti (Vacek a kol., 2012).

Narozené tele

Narozená telata mají hodnotu tělesné kondice okolo 2 bodů. Snadno se rozpoznají výběžky bederních obratlů, kyčelní a sedací hrboly jsou ostré (Bouška a kol., 2006) a je zřejmý celkový rámec (Vacek a kol., 2012).

6 měsíců věku

V šesti měsících je u jalovic již více svalstva v okolí páteře a žeber. Díky většímu osvalení jsou také kyčelní a sedací hrboly zaoblené a oblasti mezi pánevními hrboly jsou prohnuté. V tomto věku je hodnota tělesné kondice 3 body (Bouška a kol., 2006).

12 měsíců věku

Okolo jednoho roku má mít jalovice přiměřené osvalení v okolí páteře a mezi kyčelními a sedacími hrboly. Oblasti mezi pánevními hrboly by měly být stále prohnuté (Bouška a kol., 2006). V této fázi rostou jalovice nejrychleji a nechceme dosáhnout

jejich ztloustnutí, kterému odpovídá vyšší hodnota tělesné kondice než 4. Optimální hodnota kondice v tomto věku je 3,25 bodu (Vacek a kol., 2012).

15 měsíců věku

Ve věku 15 měsíců je již svalstvo okolo páteře mohutnější a obratle již nejsou tak nápadné. Bedra, kyčelní a sedací hrboly jsou oblé a oblasti mezi nimi jsou více vyplněny. Hodnota tělesné kondice odpovídá 3,5 bodu (Vacek a kol., 2012).

24 měsíců věku (při otelení)

Tento věk odpovídá, podle chovného cíle, brzkému vstupu jalovice do produkčního stáda a měla by mít přiměřené osvalení ve všech oblastech. Kyčelní a sedací hrboly jsou méně výrazné a i oblasti mezi nimi jsou jen nepatrně prohnuté. Ideální hodnota tělesné kondice je 3,75 bodů (Bouška a kol., 2006).

3.1.3.2 Živá hmotnost jalovic

Živá hmotnost jalovic by se měla odvíjet od chovného cíle. Doporučená hmotnost při zapouštění je 65 – 70 % z hmotnosti dospělé krávy a hmotnost při prvním otelení 85 % (Louda a kol., 2008). Například Kvapilík a kol. (2013) uvádí, že při prvním otelení ve 24 až 26 měsících a při živé hmotnosti 600 kg u holštýnských dojnic a 690 kg u krav plemene fleckvieh by se měl denní přírůstek pohybovat mezi 700 a 800 gramy.

Vacek a kol. (2012) zjistili vliv dosahovaného denního přírůstku v období před pohlavní dospělostí na věk při prvním otelení a i následnou doživost v první laktaci. Dále uvádějí, že nejnižší věk při otelení měly jalovice s nejvyšším denním přírůstkem (800 g a více) dosahovaného již během raného růstu (3 – 6 měsíců věku). Jalovice s průměrným denním přírůstkem 900 g a více v 3 – 9 měsíců věku se významně lišily od jalovic s nejnižším přírůstkem (do 750 g denně) a to zejména v průměrném věku otelení, který u nich dosahoval 714 dnů (Krpálková a Štípková, 2014). Dále se lišila i nejvyšší průměrná doživost v průběhu celého života (Krpálková et al., 2014b). Jalovice s nejnižším přírůstkem se otelily v 750 dnech a nadojily méně mléka než jalovice s nejvyšším přírůstkem. Věk otelení jalovic se střední hodnotou denního přírůstku (750 – 899 g) se také průkazně lišil od jalovic s nejnižší intenzitou růstu (Vacek a kol., 2012) a u těchto jalovic byla nalezena i nejvyšší doživost v první laktaci. Nejvyššího inseminačního indexu dosahovaly nejrychleji rostoucí jalovice v raném stádiu odchovu (Šefrová a kol., 2011).

Šefrová a kol. (2011) uvádí, že vysoká intenzita růstu jalovic má negativní vliv na následnou úroveň reprodukčních ukazatelů a nízká intenzita růstu nepříznivě ovlivňuje

celkovou užitkovost. Doporučuje se tedy z hlediska celkové reprodukční výkonnosti a výše mléčné užitkovosti odchov jalovic s přírůstkem 701 až 920 g (Bailey and Murphy, 2009) (Duplessis et al., 2015).

3.2 Organizace a řízení reprodukce jalovic

Reprodukcí skotu řadíme spolu s dosahovanou užitkovostí (produkce mléka, produkce telat v systémech chovu krav bez tržní produkce mléka) mezi nejdůležitější faktory, které ovlivňují výrobní a ekonomické výsledky (Skládanka a kol., 2014). Pro úspěšný chov je nutné zajistit pravidelnou reprodukci (Burdych a kol., 2006). V odchovu jalovic se chovatel snaží o co nejkratší období odchovu, aniž by došlo ke zhoršení následné mléčné užitkovosti, reprodukční výkonnosti a dlouhověkosti (Vacek a kol., 2012).

Z důvodu včasného zařazení jalovic do reprodukčního cyklu je třeba vědět, že u skotu rozlišujeme pohlavní, chovatelskou a tělesnou dospělost (Louda a kol., 2008).

Pohlavní dospělost neboli puberta je období, kdy u mladého skotu začíná produkce zralých a oplození schopných pohlavních buněk vlivem endokrinologických změn (Gordon, 2004). Tato dospělost je doprovázena řadou změn, mezi které patří tvorba pohlavních hormonů a utváření sekundárních pohlavních znaků (Marvan a kol., 2007). Zařazení do plemenitby se v této vývojové fázi z chovatelského hlediska nedoporučuje, protože vlivem hormonů dochází k rozdílnému metabolismu a odlišnému růstu kostí. Dosažení pohlavní dospělosti je ovlivněno plemennou příslušností, výživou a klimatem. U skotu se puberta dostavuje ve věku 7 až 12 měsíců (Louda a kol., 2008).

Prvé využití jalovic do plemenitby je možné v chovatelské dospělosti a to bez negativního vlivu na dokončení růstu a vývinu. Také nástup této dospělosti je ovlivněn plemennou příslušností, úrovní výživy a managementem chovu. Jalovice se poprvé zapouštějí při dosažení 65 – 75 % živé hmotnosti v dospělosti, kdy u dojných plemen je to ve věku 14 - 16 měsíců (Louda a kol., 2008).

Tělesnou dospělostí označujeme dokončení tělesného růstu a vývoje všech orgánů zvířete. Ukončení tělesného růstu je dáno srůstem epifýz dlouhých kostí s diafýzou a výměnou mléčného chrupu za trvalý. Podobně jako předchozí dospělosti je i tato ovlivněna plemennou příslušností, prošlechtěním a výživou. Tělesné dospělosti se u skotu dosahuje ve věku 4 - 6 let (Louda a kol., 2008).

3.3 Faktory ovlivňující reprodukci u jalovic

Reprodukce neboli plodnost je nízce dědičná vlastnost a z toho vyplývá, že daleko více bude ovlivněna vnějším prostředím než vnitřním. Mezi faktory vnějšího prostředí řadíme organizaci a řízení reprodukce, výživu a zdravotní stav jalovic (Bouška a kol., 2006). Kvapilík a kol. (2013) tvrdí, že nedostatečná plodnost může být způsobená z 60 % nedostatky managementu a ze 40 % ve výživě a krmení plemenic.

3.3.1 Výživa

Neodmyslitelnou součástí fungování živých organismů je výživa. Její celková úroveň je velmi důležitá a měla by odpovídat potřebám metabolické velikosti těla zvířete, technologii ustájení a především vlastní užítkovosti (Mudřík a kol., 2006).

Kvalita a složení krmné dávky má vliv na jednotlivé fáze reprodukce a měla by odpovídat potřebám jednotlivým kategoriím skotu (Gordon, 2004). Například u jalovic je výživným cílem dosáhnout optimální růstové intenzity, jež umožní včasné zapouštění. Vhodná krmná dávka by měla odpovídat růstu jalovice, nikoli tvorbě zásobního tuku (Bouška a kol., 2004). Nedostatek dusíkatých látek, vitamínů a minerálních látek může způsobovat snížení fertility, přičemž největší vliv má nízký příjem energie (Říha a kol., 2004).

Záněty pohlavních orgánů (záněty dělohy, vejcovodů, děložního krčku či pochvy), tiché a nepozorovatelné říje, nepravidelné říje, embryonální mortalita nebo zmetání patří mezi poruchy reprodukce, které souvisejí s nedostatky ve výživě (Mudřík a kol., 2006).

3.3.2 Zdravotní stav

Zdravotní stav plemenic je ovlivněn především výživou, a proto je důležité, aby krmná dávka měla vyvážený poměr energie, dusíkatých látek, minerálních látek, stopových prvků a vitamínů. Nesprávný poměr těchto látek dává předpoklad vzniku metabolických a produkčních poruch či poruch hormonálního řízení organismu (Říha a kol., 2004).

3.4 Reprodukční ukazatele u jalovic

Kontrolou a pravidelným vyhodnocováním reprodukčních ukazatelů je možné odhalit existující problémy reprodukčního procesu v chovu. Jako cílové parametry v odchovu jalovic lze využívat: věk zapouštěných jalovic, zabřezávání po první inseminaci, zabřezávání po všech inseminacích, inseminační index a věk při prvním porodu (Bouška a kol., 2006).

Věk jalovic při prvním zapuštění

Udává počet dní od narození do první inseminace a je závislý na růstové křivce plemene, jehož cílová hodnota se mění spolu s pokrokem ve šlechtění (Bouška a kol., 2006), úrovni výživy a zdravotním stavem jalovic od narození (Parr et al., 2015). Věk při prvním zapuštění je ovlivněn především živou hmotností, která by měla dosahovat minimálně 65 % z živé hmotnosti po prvním otelení (Nehasilová, 2007). Le Cozler et al. (2009) uvádí, že optimální věk pro první zapuštění je 15 měsíců.

Zabřezávání po první inseminaci

Vyjadřuje procentuální podíl plemenic, které skutečně zabřezly po první inseminaci (Říha a kol., 2004). Vypočítá se jako podíl počtu březích po první inseminaci a počtu 1. inseminací, krát 100 (Bouška a kol., 2006). Pomocí výsledku se určuje úroveň zabřezávání (Burdych a kol., 2004). Bouška a kol. (2006) tvrdí, že u jalovic bývá procento březosti po první inseminaci asi o 10 % vyšší než u krav, kdy při velmi dobré plodnosti krav se pohybuje nad 60 % a pokles pod 50 % signalizuje vážné problémy.

Zabřezávání po všech inseminacích

Tento ukazatel zjistíme vydělením počtu březích plemenic po všech inseminacích počtem všech inseminovaných zvířat a vynásobíme 100. Výsledná hodnota by neměla klesnout pod dolní úroveň klasifikační hranice zabřezávání po první inseminaci a cílem je dosažení 80 % úspěšnosti (Bouška a kol., 2006).

Inseminační index

Inseminačním indexem zjistíme počet inseminací potřebných pro zabřeznutí jedné plemenice. Hodnotu ukazatele zjistíme pomocí podílu počtu všech provedených inseminací u zabřezlých plemenic počtem zabřezlých (Říha a kol., 2004). U jalovic dosahuje tento ukazatel nižších hodnot než u krav, kde by výše ukazatele neměla přesáhnout počet 2. Chebel et al. (2007) udává, že zvýšený počet inseminací snižuje pravděpodobnost zabřeznutí.

Věk při prvním porodu

Pro maximalizaci ziskovosti chovu je žádoucí věk při prvním otelení 23 až 24,5 měsíců (Duplessis et al., 2015). Nehasilová (2007) tvrdí, že první otelení by mělo proběhnout mezi 24. a 28. měsícem věku a základním předpokladem nižšího věku jalovic při prvním otelení je dosažení dostatečného vývoje mladého organismu.

3.5 Pohlavní cyklus

Pohlavním cyklem, neboli reprodukčním, označujeme rytmické změny, které lze pozorovat na pohlavních orgánech a v chování jedinců. Pravidelný pohlavní cyklus začíná v pubertě (v 8 – 12 měsících věku) a končí ukončením pohlavní činnosti (Reece, 2011).

3.5.1 Neurohumorální řízení pohlavního cyklu

Dvěma regulačními systémy jsou řízeny pohlavní funkce. Jedná se o nervový a hormonální systém, kde jejich vzájemná spolupráce je nezbytností u aktivit, které mohou dát vzniku novému jedinci (Říha a kol., 2004).

Podněty přicházejí z vnějšího a vnitřního prostředí zvířete. Centrální nervová soustava tyto informace zpracovává a předává je přes spojení hypotalamus – hypofýza – gonády dále. Hypotalamus usměrňuje činnost hypofýzy, především adenohypofýzy (Gordon, 2004). Pohlavní žlázy reagují na zesílený signál hypofýzou z hypotalamu a na bázi této informace začínají produkovat příslušný hormon, který působí na pohlavní orgány, nervovou aktivitu a metabolismus organismu. Hypotalamus zpětně reaguje na hladiny produktů gonád či adenohypofýzy a mění pak svoji signalizaci hypofýze (Bouška a kol., 2006).

Endokrinní neurony hypotalamu na základě podnětu, přicházejícího z centrální nervové soustavy, produkují gonadotropin releasing hormon (GnRH) (Sadler, 2011). GnRH přechází přes hypotalamo-hypofyzární systém do adenohypofýzy, kde vyvolá vylučování folikulostimulačního hormonu (FSH) a luteinizačního hormonu (LH) (Skládanka a kol., 2014).

FSH působí na růst ovariálních folikulů a LH pomáhá přeměňovat v obalu folikulu cholesterol na androstenedion (Skládanka a kol., 2014). Androstenedion je dále měněn na testosteron, který je aromatizován v granulózních buňkách pomocí FSH na $17 - \beta$ – estradiol (steroid). $17 - \beta$ – estradiol pomocí pozitivní zpětné vazby s hypotalamem a hypofýzou zvyšuje tvorbu GnRH. Produkovaný GnRH působí na uvolňování LH, který vyvolává ovulaci (Sadler, 2011).

Uvolnění vajíčka není jedinou funkcí luteinizačního hormonu. Pod jeho vlivem jsou po ovulaci přetvořeny zbytky folikulu na žluté tělísko (CL) (Sadler, 2011). Tento jev označujeme jako luteinizaci a žluté tělísko produkuje progesteron a oxytocin (Reece, 2011). Progesteron je důležitý pro udržení březosti, protože zpětnou vazbou tlumí sekreci GnRH a zabraňuje tak další ovulaci. Progesteron dále připravuje žláznatou sliznici dělohy pro přijetí zárodku a tlumí kontrakce svalové vrstvy stěny děložní (Skládanka a kol., 2014).

Jestliže nedojde k oplodnění vajíčka, začne sliznice dělohy produkovat luteolytický hormon prostaglandin $F_{2\alpha}$ ($PGF_{2\alpha}$) (Skládanka a kol., 2014). $PGF_{2\alpha}$ prostupuje do děložní tepny, redukuje zásobením krví CL a způsobuje tak jeho regresi. V důsledku regrese žlutého tělíska klesá hladina progesteronu v krvi (Reece, 2011).

V opačném případě, při oplodnění vajíčka, zárodek brání produkci $PGF_{2\alpha}$ a následně regresi žlutého tělíska (Říha a kol., 2004).

Cyklické změny se objevují i na ovariích. Počátek změn se objevuje regresí CL, snižuje se hladina prostaglandinu a na straně druhé se zvyšuje produkce FSH a LH. LH napomáhá vzniku androgenů v obalech folikulu, které dále prostupují do granulózních buněk a jsou v nich za podpory FSH přeměněny na estrogeny. V granulózních buňkách se tvoří tekutina bohatá na estrogeny a odděluje granulózní buňky. Oddálením granulózních buněk vzniká dutina a zvýšená hladina estrogenů dává signál pro uvolnění LH vlny. LH vlna ovlivňuje zrání oocytů, které vede k dokončení meiozy do stádia prvního pólového tělíska. Na základě LH vlny dochází k intrafolikulární produkci prostaglandinů A a E (PGA a PGE), kdy jejich působení souvisí s prasknutím folikulu. Další funkce LH vlny spočívá v redukci počtu receptorů pro FSH na granulózních buňkách. Tato redukce vede ke snížení přeměny androgenů na estrogeny a zvyšuje se sekrece progesteronu. Progesteron snižuje hladinu FSH a LH z adenohipofýzy. Pokud nedošlo k oplodnění vajíčka, CL podléhá regresi, klesá také hladina progesteronu a stoupá množství FSH a LH v krvi (Reece, 2011).

3.5.2 Fáze pohlavního cyklu

Skot řadíme mezi polyedrická zvířata, která mají více než jeden říjový cyklus za rok. Říjový neboli estrální cyklus trvá v průměru 21 dní (18 – 24 dní) a dělí se na 4 fáze: proestrus, estrus (říje), metestrus a diestrus (Marvan a kol., 2007).

Proestrus, označovaný také jako předříjnová fáze, zahrnuje období od 18. až do 20. dne předcházejícího cyklu a trvá zpravidla 3 dny (Marvan a kol., 2007). Začátek této fáze je při regresi žlutého tělíska a je ukončena nástupem vlastní říje (Reece, 2011). Díky poklesu progesteronu rostou měchýřkovité folikuly na vaječnících, zvyšuje se napětí v děloze a ve vejcovodech. Také dochází k intenzivní produkci poševních žláz a prokrvují se zevní pohlavní orgány (Marvan a kol., 2007). Z vulvy vytéká vodnatý sekret, který naznačuje otvírání děložního krčku (Bouška a kol., 2006). Ke změně dochází i v chování plemence, která je neklidná, má menší zájem o krmivo, snaží se skákat na ostatní, ale sama však není svolná k páření (Skládanka a kol., 2014).

Estrus neboli vlastní říje trvá zhruba 1 – 1,5 dne (12 – 28 hodin), představuje 0. den cyklu (Louda a kol., 2008). Jedná se o nejkratší fázi estrálního cyklu, ve kterém dozrává terciální folikul na vaječníku, vrcholí růst děložní sliznice a otvírá se děložní krček (Marvan a kol., 2007). V této fázi lze pozorovat zduření a zarudnutí vulvy, ze které vytéká sklovitý a tažný hlen (Hegedúšová a kol., 2010). Plemenice na sebe nechá skákat, jelikož se dostavuje reflex nehybnosti, a zaujímá postoj k páření (Skládanka a kol., 2014). Jako nejdůležitější část této fáze je považována ovulace, ke které dochází 12 – 14 hodin po skončení říje (Reece, 2011). Nejvýraznější vnější příznaky této fáze se objevují u jalovic. Na druhou stranu je také častý výskyt tichých říjí, u kterých nejsou projevy estru tak patrné, ale ovariální a hormonální cyklus pobíhá normálně (Bouška a kol., 2006).

3. až 6. den cyklu označujeme jako metestrus s délkou přibližně 4 dny. V tomto období se v po ovulovaném folikulu objevuje žluté tělísko, děložní žlázy produkují děložní mléko pro výživu zárodku, uzavírá se děložní krček, ustupuje tonizace a překrvení reprodukčních orgánů (Marvan a kol., 2007). Skládanka a kol. (2014) tvrdí, že za 24 až 48 hodin po skončení říje se objevuje krvavý výtok. Ke krvácení dochází u všech plemenic, ale zachyceno pozorováním je jen u 90 % jalovic a 50 % krav.

Poslední fází estrálního cyklu je diestrus trvající od 7. do 18. dne cyklu, přibližně 12 dní. Jde o klidové stádium, které začíná asi 4. den po ovulaci a končí zánikem žlutého tělíska či březostí (Bouška a kol., 2006). V této fázi cyklu zřetelně roste CL (6. – 7. den) a jestliže nedošlo k oplodnění vajíčka, podléhá žluté tělísko involuci pomocí prostaglandinů (Skládanka a kol., 2014). Po involovaném CL zůstává na vaječníku oranžová skvrna a cyklus se může znovu opakovat. Pokud však došlo k oplodnění vajíčka, tak žluté tělísko přetrvává a diestrus pozvolně přechází v březost (Marvan a kol., 2007).

Říjový cyklus se také rozděluje na fázi folikulární a luteální. Pro folikulární fázi je typická produkce estrogenů a folikuly jsou dominantní strukturou. Naproti tomu progesteron má hlavní úlohu v luteální fázi (Bouška a kol., 2006).

3.6 Detekce říje

Nedílnou součástí chovu je detekce neboli vyhledávání říje, která má vliv na ekonomiku chovu (Gordon, 2004). Cílem je co nejpřesněji vyhledat říji na základě znalosti fyziologie říjového cyklu, protože při nesprávně určené říji se inseminace buď neprovede, nebo provede, ale ve špatném načasování (Říha a kol., 2004).

Reprodukce i detekce říje jsou ovlivněny vnějšími a vnitřními faktory. Mezi vnitřní faktory řadíme dědičnost, která je nízká u projevů říje (0,21) a je rozdílná u každé plemence. K dalším činitelům vnitřního prostředí patří například zdravotní stav, především kulhání. Kulhání snižuje intenzitu projevů říje až o 37 %. Vnější faktory zahrnují výživu, roční období nebo velikost stáda. Výživa má vliv na intenzitu projevů říje. Roční období, především vysoké teploty, může vést ke zkrácení délky říje, nebo nepříznivé klimatické podmínky, jako silný déšť nebo vysoká vlhkost, mohou i úplně potlačit říjové chování. Také velikost stáda má vliv na detekci říje, protože přítomnost říjících se zvířat pozitivně stimuluje projevy říje u dalších samic (Roelofs et al., 2010).

3.7 Metody detekce říje u jalovic

Vyhledávání říje lze na základě pozorování (vizuální detekce) nebo pomocí automatizovaných a neautomatizovaných prostředků (Říha a kol., 2004).

3.7.1 Vizuální detekce říje

Metoda vizuální detekce říje spočívá ve vyhledávání příznaků říje (Gordon, 2004). Jedná se o hledání typického chování během říje, jako neklid, naskakování na jiné plemence, reflex nehybnosti a z vulvy vytékající hlen (Hegedúšová a kol., 2010).

Principem této metody je pozorování stáda. Optimální je provádět vyhledávání říje 3 krát denně po dobu 15 minut (Říha a kol., 2004) a účinnost této detekce se udává v rozmezí 50 – 70 % s přesností 70 – 95 % (Rorie et al., 2002).

Nedávné pokusy poukazují na možnost nahrazení vizuálního pozorování videokamerami, kdy čas strávený rozbořením záznamů z videokamer zabíral 2 x méně času od času stráveného vizuální detekcí. Z pokusu vyplývá, že kamery ušetřily čas (Bruyère et al., 2012).

3.7.2 Neautomatizované prostředky detekce říje

Neautomatizované prostředky detekce říje mají nahradit vizuální pozorování a řadíme mezi ně detektory vzeskoku a androgenizované plemence či vazektomované býky (Hegedúšová a kol., 2010).

Detektory vzeskoku

Jedná se o indikátory využívající přirozeného chování při říji a to skákání na sebe. Detektory mohou mít různou podobu a mezi nejvyužívanější patří páska, která se nalepí

na zád' plemenice, u které očekáváme říjí. Tento typ detektoru pracuje na principu setření barvy z pásy naskakujícím zvířetem. Dalším typem indikátoru je Chin ball detektor, kde se jedná o kulaté nádoby naplněné barvou, které se upevňují pomocí ohlávky na dolní čelist. U Chin ball detektoru se využívá opření hlavy o zád' samice, při kterém nádoba s barvou praská (Louda a kol., 2007). Detektory vzeskoku snižují počet nevyhledaných říjí, protože dávají přesnou informaci o říjících se plemenících. Jsou netoxické a díky fluoreskujícím barvám je možné je rozpoznat i šeru (Burdych a kol., 2004).

Prubíř, androgenizované jalovice

Prubířem označujeme býka s bočním vyvedením penisu či býka, který byl vazektomovaný. Androgenizovaných jalovic se docílí podáním 10 injekcí testosteronu či zavedení poševního tampónu napuštěného testosteronem. Při hormonálním ovlivněním testosteronem je možné využívat tyto zvířata 2 x denně po 30 minutách a androgenizace je účinná po dobu 2 – 3 týdnů (Louda a kol., 2007).

3.7.3 Automatizované prostředky detekce říje

Hlavním úkolem automatizovaných prostředků je zaznamenávat změny ve fyzické aktivitě (pedometry, aktinometry), elektrických a chemických vlastnostech sekretu pohlavního ústrojí (například změny elektrického odporu vodivosti vaginální sliznice nebo arborizace cervikálního hlenu), případně je možné využití tlakových senzorů (Rorie et al., 2002).

Změny elektrického odporu vodivosti vaginální sliznice

Během říjového cyklu probíhají fyzikální a chemické změny v sekretech pohlavních orgánů samic, především se jedná o měrnou vodivost tekutin čili elektrický odpor (Gordon, 2004). Nejvyšší hodnoty elektrického odporu je dosahováno v průběhu luteální fáze a klesá ve fázi folikulární. Nejnižší hodnota elektrického odporu je během říje (Rorie et al., 2002). Avšak velmi nízkých hodnot je také dosahováno při zánětu dělohy, který je doprovázen hnisavým výtokem, folikulárních cystách či u výskytu moči v pochvě (Burdych a kol., 2004).

Pro získání hodnot elektrického odporu se využívá elektrod, které se přichycují na poševní sliznici. Značnou nevýhodou tohoto způsobu detekce je značná proměnlivost odporu u jedné plemenice, natož mezi dalšími plemenicemi (Říha a kol., 2004).

Arborizace cervikálního hleny (Fertest)

Metoda arborizace cervikálního hleny využívá změn obsahu minerálních látek v děložním hleny v průběhu estru. Jedná se o jednoduchý test založený na mikroskopii zaschlého cervikálního hleny, který v různých fázích říjového cyklu vytváří rozdílné struktury. Tyto struktury udávají vhodnost či nevhodnost k inseminaci plemenice (Burdych a kol., 2004). Cervikální hlen je odebírán sterilní pipetou z růžice děložního krčku nebo kaudální části děložního krčku (Louda a kol., 2008).

Tlakové senzory

Mnohdy je těžké zachytit reflex nehybnosti, neboť tvoří pouze 1 % z celkové doby projevu říje. Tlakové senzory jsou založeny na principu reflexu nehybnosti a byl u nich vytvořen systém HeatWatch, který se skládá ze snímače umístěného na přední části kořene ocasu (Palmer et al., 2010). K aktivaci snímače tlaku dochází po 2 sekundách po naskočení jiné plemenice a přes rádiovou anténu jsou informace, jako datum, čas nebo délka aktivace, přeneseny do počítače (Nebel et al., 2000). U tlakových senzorů se setkáváme se účinností vyšší než 85 % a přesností 87 – 100 % (Saint-Dizier a Chastant-Maillard, 2010). Avšak Říha a kol. (2004) udává nevýhody systému v tom, že zaznamenává nástup reflexu nehybnosti a počet vzesků, neurčí však, zda plemenice stojí. Dále se také vyskytují problémy s bateriemi a dálkovým přenosem dat.

Aktivometry a pedometry

Principem detekce je počítání kroků, jejichž intenzita je 3 – 4 krát vyšší v období říje (Rorie et al., 2002). Využívá se zvýšené pohybové aktivity, která postupně stoupá 4 hodiny před nástupem říje (Gordon, 2004). Pedometry nebo aktinometry jsou umístěné na noze či obojku plemenice a snímače jsou v dojírnách, stájích a výběžích. Tento typ detekce je nejvíce využívaný a jeho účinnost dosahuje vyšších hodnot než 80 % s přesností 90 – 95 % (Louda a kol., 2008).

3.8 Inseminace

Inseminace neboli umělé oplodnění (artificial insemination, AI) je široce používanou metodou asistované reprodukce, která se využívá u většiny domácích i volně žijících zvířat (Gordon, 2004). Největšího komerčního uplatnění však nalézá v chovech skotu (Parish and Larson, 2016).

Principem inseminace je ruční zavedení spermatu do reprodukčního traktu samice (Manafi, 2011). Jedná se o relativně levnou a snadno uplatňovanou reprodukční technologii,

se kterou se dosahuje velmi dobrých výsledků (Gordon, 2004). Perez-Marin (2012) udává, že pomocí AI se, prostřednictvím zvýšeného selekčního tlaku na samce, dosahuje vyššího genetického potenciálu zvířat.

Mezi výhody inseminace řadíme přenos genetického zisku do stáda, individuální přípařovací plán a využívání prověřených plemenů (Skládanka a kol, 2014). Pomocí AI lze zajistit efektivní využívání spermatu a získat tak více potomků od vysoce hodnocených otců (Perez-Marin, 2012). Další výhodou umělého oplodnění je prevence přenosu infekčních či nakažlivých chorob (Parish and Larson, 2016), spojení s jinými reprodukčními biotechnologiemi (určování pohlaví, embryotransfer) a v neposlední řadě nalézá využití v ochraně vzácných plemen i ohrožených druhů (Manafi, 2011).

Díky kryokonzervaci (mražení) spermatu se dosáhlo snížení inbreedingu, neboť se začalo obchodovat se zmraženým spermatem na mezinárodní úrovni (Hofírek a kol, 2009). S kryokonzervací se také objevila možnost použití spermatu od býků, kteří již uhynuli, nebyli neschopni páření kvůli vzdálenosti či fyzicky neschopní (Perez-Marin, 2012).

3.8.1 Výroba inseminační dávky

Výroba inseminační dávky je proces, při kterém se zpracovává získaný ejakulát plemene. Samotné výrobě inseminační dávky však předchází odběr ejakulátu býka a jeho kontrola (Gamčík a Kozumplík, 1992).

3.8.1.1 Odběr ejakulátu býka

Získání spermatu od býka probíhá na inseminačních stanicích a je možné hned několika způsoby. Mezi ně řadíme odběr pomocí umělé vagíny, elektroejakulací a masáží ampulí chámovodu (Hofírek a kol., 2009).

Před samotným odběrem ejakulátu je býk řádně očištěn, především musí mít dokonale omytou předkožku, aby nedošlo k znečištění spermatu (Gordon, 2004). K odběru dochází ve speciálně připravené místnosti, která splňuje hygienické a zdravé nezávadné podmínky (např. protiskluzová podlaha) (Barszcz et al., 2012).

3.8.1.1.1 Odběr pomocí umělé vagíny

Odběr pomocí umělé vagíny je nejpoužívanější metodou získávání spermatu od býků. Považuje se za metodu nejméně stresující a také způsob odběru odpovídá nejvíce fyziologii plemene (Sylla et al., 2015).

Tento způsob odběru se uskutečňuje za přítomnosti atrapy (jiný býk) či fantomu (Manafi, 2011). Odebíraný býk je přiváděn k atrapě a dochází k vydražďování, které je závislé na individualitě býka (Barszcz et al., 2012). Býk je připraven k odběru tehdy, je-li pyj vysunut a odkapávají-li z něj výměšky přídatných pohlavních žláz (Gamčík a Kozumplík, 1992). Odebíraný býk naskakuje na atrapu. Technik při skoku býka uchopí jeho předkožku a odkloní ji, usměrní pyj do ústí předem připravené umělé pochvy a nechá býka dorazit. Odebrané semeno je předáno do laboratoře pro jeho další zpracování (Gordon, 2004).

3.8.1.1.2 Elektroejakulace

Při elektroejakulaci se využívá bipolárních elektrod, které se zavádějí rektem do krajiny pánevní na úroveň semenných váčků. Stimulací elektrickým proudem dochází ke smršťování ampulí chámovodů, prostaty, měchýřkovité žlázy, svalů rekta a některých pánevních svalů, přičemž ejakulační reflex probíhá při určitém napětí (nejčastěji při 10 – 30 V). (Gamčík a Kozumplík, 1992).

Tímto způsobem se získává vyšší objem ejakulátu, ale nikoliv vyšší koncentrace spermií a je snížena i pohybová aktivita spermií (Sylla et al., 2015). Využívání elektroejakulace je výjimečné, a to především u velmi ceněných býků, kteří nejsou schopni odběru pomocí umělé vagíny ze zdravotních důvodů (Cruz et al., 2011).

3.8.1.1.3 Odběr spermatu masáží ampulí chámovodu

U dobře fixovaného býka se rektálně masírují ampule chámovodů a poté se mechanickým stlačením vyprázdní. Prázdné ampule chámovodu jsou na rozdíl od plných na pohmat měkké a dají se lehko stlačit. Kvalita odebíraného spermatu je nižší a provádí se pro diagnostické účely (Palmer et al., 2005).

3.8.1.2 Laboratorní vyšetření čerstvého ejakulátu

Po odběru býčího semene dochází v laboratoři k jeho hodnocení a vlastní výrobě inseminačních dávek (Hofírek a kol., 2009). Laboratorní kontrola je důležitým předpokladem pro používání plnohodnotných ejakulátů, kdy na základě zkoušek můžeme včas odhalit nekvalitní ejakuláty nebo určit jeho vhodnost k umělé inseminaci (Kocks and Broekhuijse, 2014).

Kvalita ejakulátu není stále stejná a odvíjí se od podmínek krmení, ošetřování plemenika, režimu připouštění, jeho zdravotního stavu, plemenné příslušnosti, věku a ročního období (Majic Balić et al., 2012).

Ejakulát plemeníka se skládá ze semenné plazmy a spermií. Semenná plazma je tvořena hlavně sekrety přídatných pohlavních žláz, které mají různé zastoupení, a v malém množství tekutiny s původem ve varleti, nadvarleti, chámovodu a v močové trubici (Marvan a kol., 2007). Přibližné zastoupení jednotlivých sekretů z celkového objemu spermatu je následovné: 50 % z alveolárních žláz, 25 % z bulbouretrálních žláz, 7 % z nadvarlat a 5 % z prostaty. Samotné spermie zaujímají pouze 14 % z celkového objemu ejakulátu, který se hodnotí pomocí makroskopického, mikroskopického, biochemického, mikrobiologického a morfologického vyšetření (Barszcz et al., 2012).

3.8.1.2.1 Makroskopické vyšetření ejakulátu

Makroskopické vyšetření se provádí bezprostředně po odběru semene a z velké části je založeno na smyslovém posouzení. Toto hodnocení spermatu zahrnuje objem, barvu, konzistenci, pach a cizí přímíseniny (Hofírek a kol., 2009).

Objem

Objem ejakulátu se zjišťuje vážením nebo měřením v kalibrovaném válci (Hofírek a kol., 2009) a je ovlivněn plemenem, věkem, intenzitou odběrů, kmením, ročním obdobím, genetickým založením a zdravotním stavem (Hering et al., 2014). Velikost objemu je variabilní a značně kolísá, proto se uvádí jeho rozmezí 2 – 8 cm³ (Barszcz et al., 2012).

Barva

Barva semene se posuzuje proti světlu. Dobrému spermatu odpovídají bělavé barvy (Barszcz et al., 2012), v některých případech šedobílé či mírně nažloutlé. Žluté zbarvení je ovlivněno obsahem flavinových barviv v krmivu. Nepřípustným zbarvením je silně žlutozelené, způsobené přítomností hnisu nebo moče (Hofírek a kol., 2009), a sperma s příměsí krve (Barszcz et al., 2012).

Konzistence

Proti světlu také posuzujeme konzistenci a zrnitost, která je závislá na obsahu produktů přídatných pohlavních žláz a vývodných pohlavních cest (Gamčík a Kozumplík, 1992). Dobré jakosti nabývá husté sperma, které je neprůhledná vazká tekutina, smetanového mírně zrnitého vzhledu. Naopak nežádoucí je sperma řídké, jež je vodnaté, průsvitné a bez zrnitosti (Barszcz et al., 2012).

Pach

Pach je druhově specifický a změna charakteristického pachu upozorňuje na kvalitativní změnu ejakulátu. Posuzujeme jej čichem. U dobrého ejakulátu cítíme pach připomínající kravské mléko (Barszcz et al., 2012). Naproti tomu hnilobný zápach poukazuje na chronické chorobné procesy ve varleti nebo v přídatných pohlavních žlázách (nemoci skotu).

Cizí přímíseniny

Poslední makroskopickou kontrolou hlídáme přítomnost cizích přímísenin. Jako přímísenina se v ejakulátu může vyskytovat vazelína, chlupy, prach, ale také hnis nebo krev. Jako dobré sperma označujeme takové, které je bez přímísenin (Barszcz et al., 2012).

3.8.1.2.2 Mikroskopické vyšetření ejakulátu

Mezi mikroskopické vyšetření řadíme aktivitu a koncentraci spermií v odebraném semeni. Jedná se o zcela subjektivní metodu hodnocení, která závisí na zkušenostech a schopnostech laboranta (Dhurvey et al., 2012).

Aktivita spermií

Aktivita spermií se posuzuje mikroskopicky při 200 až 300 násobném zvětšení (Palmer and Barth, 2003). Vyjadřujeme ji procentickým odhadem spermií, které se pohybují progresivně a přímočaře vpřed za hlavičkou. Také se hodnotí i procento spermií s abnormálními formami pohybu (pohyb okolo hlavičky, do kruhu, trhavý pohyb, oscilační pohyb a nepohyblivost). Pro inseminaci, ať už přímou nebo pro konzervaci, je žádoucí minimální aktivita 70% (Hofírek a kol., 2009).

Koncentrace

Hustota ejakulátu neboli koncentrace spermií je dána funkční aktivitou semenoplodného epitelu varlat, věkem, zdravotním stavem plemeníka, připraveností a technikou odběru. Udává se počtem spermií v jednom mm^3 ejakulátu a je ukazatelem pro určení stupně ředění spermatu. Koncentraci stanovujeme fotometricky, hematocytometricky, spermiodenzimetrem podle Karrassa nebo odhadem (Kocks and Broekhuijse, 2014). U býků je koncentrace spermií $0,6 - 1,5 \times 10^6$ v mm^3 (Barszcz et al., 2012) s celkovou produkcí spermií v ejakulátu $5 - 15 \times 10^9$. Plemeníci s opakovaně nízkou koncentrací spermií v ejakulátu mají často nízkou fertilizační schopnost a vyřazují se z chovu (Gamčík a Kozumplík, 1992).

3.8.1.2.3 Biologické zkoušky ejakulátu

V biologických testech sledujeme odolnost spermií vůči různým vnějším vlivům. Jedná se o testy přežitelnosti, zkoušku rezistence, zkoušku živých spermií na odolnost vůči chladovému šoku, stanovení procenta živých a mrtvých spermií barvením a stanovení koncentrace vodíkových iontů (Dhurvey et al., 2012).

Testy přežitelnosti

Testy přežitelnosti jsou nedílnou součástí pro posouzení biologické hodnoty a oplozovací schopnosti spermií. Slouží pro posouzení doby, po kterou spermie vydrží mimo organismus v daném prostředí. Řadíme sem krátkodobý tepelný test přežitelnosti a dlouhodobý chladový test přežitelnosti (Gamčík a Kozumplík, 1992).

Krátkodobý tepelný test přežitelnosti probíhá ve vodní lázni temperované na 38 °C, kde tato teplota simuluje teplotu prostředí pohlavního ústrojí plemence (Beran et al., 2011). Po 6 hodinách vodní lázně by kvalitní ejakulát měl vykazovat 70 % aktivitu spermií (Gamčík a Kozumplík, 1992).

Při dlouhodobém chladovém testu přežitelnosti je semeno umístěno v chladicím boxu, v němž se teplota pohybuje v rozmezí 1 – 4 °C (Beran et al., 2013). Minimálně 96 hodin by měla být přežitelnost spermatu s aktivitou alespoň 50 % (Gamčík a Kozumplík, 1992).

Zkouška rezistence

Odolnost spermií určujeme pomocí zkoušky rezistence, kdy do kontrolovaného spermatu postupně přidáváme 1% roztok NaCl a zjišťujeme tak odolnost vnější cytoplazmatické membrány spermií proti zvyšující se koncentraci přidávaného roztoku. Ředění roztokem probíhá do té chvíle, dokud neustane přímočarý pohyb spermií vpřed za hlavičkou, protože dojde k narušení membrány. Z toho vyplývá, že čím vyšší objem roztoku NaCl musel být použit, tím je ejakulát kvalitnější (Gamčík a Kozumplík, 1992).

Stanovení procenta živých a mrtvých spermií barvením

Díky této zkoušce získáváme obraz o kvalitě ejakulátu. Je založena na různé afinitě živých a mrtvých spermií k barvivům, neboť mrtvé či oslabené spermie přijímají barvivo. Oproti tomu živé spermie zůstávají nezbarvené. Maximálně je přípustný 30 % obsah mrtvých spermií v semeni býka (Hofírek a kol., 2009).

Stanovení koncentrace vodíkových iontů

Stanovení koncentrace vodíkových iontů, neboli pH ejakulátu, se stanovuje do 15 minut po odběru, protože životní pochody spermií se mění (Pankaj et al., 2007).

Hodnota pH poukazuje na činnost a zdravotní stav přídatných pohlavních žláz (Vishwanath and Shannon, 2000), kdy pH pod 6,4 nebo nad 7,5 (vodnatý ejakulát) má sníženou oplozovací schopnost a nesmí se používat k inseminaci (Dhurvey et al., 2012). Ke změně pH hodnoty dochází při zánětech vývodných cest nebo při některých metabolických poruchách. Koncentrace vodíkových iontů se určuje pomocí papírkového indikátoru nebo pH metrem (Gamčík a Kozumplík, 1992).

3.8.1.2.4 Biochemické zkoušky spermatu

Pomocí biochemických zkoušek usuzujeme na životnost a oplozovací schopnost spermií. Principem zkoušky je rychlost anaerobního rozkladu fruktózy, jež je obsažená v semenné plazmě, a rychlost rozkladu souvisí se stupněm anaerobního nebo aerobního metabolismu spermií (Dhurvey et al., 2012).

Dehydrogenační zkouška

Jde o sledování rychlosti fruktolýzy ve vztahu k počtu pohyblivých spermií. Při zkoušce se využívá methylenová modř, která má úlohu akceptoru vodíku uvolněného při anaerobním štěpením cukru a redukcí se mění na bezbarvou leukoformu. Dehydrogenační aktivitou, tedy produkcí dehydrogenázy, se vyznačují pouze živé spermie a vzhledem k rychlosti odbarvení můžeme usuzovat počet živých spermií, jejich aktivitu a i oplozovací schopnost (Dhurvey et al., 2012).

3.8.1.2.5 Mikrobiologické vyšetření ejakulátu

U čerstvého spermatu se nesmí vyskytovat žádné patogenní zárodky a plísňe. Je důležité, aby byly dodrženy veškerá hygienická opatření z důvodu zamezení možné kontaminace. Mikrobiologické vyšetření provádí Státní veterinární ústav (Hofírek a kol., 2009).

3.8.1.2.6 Morfologické metody vyšetření spermatu

Poznatky o stavbě spermie a o jejích případných abnormalitách přispívají ke zjištění neplodnosti plemeníků (Al-Makhzoomi et al., 2008). Pro tento způsob vyšetření se využívá mikroskopické techniky a různého barvení ejakulátu. Ke zkoušce se využívá čerstvé sperma (Gamčík a Kozumplík, 1992).

Vyšetření odhaluje přítomnost vadných spermií, které mohou být důsledkem genetických i negenetických vlivů. Změny spermií se rozdělují na primární a sekundární na základě místa vzniku. Primární vady vznikají v průběhu spermatogenního cyklu a projevují

se jako degenerativní formy spermií, mezi které řadíme změny tvaru hlavičky, nukleoplazmy, akrozómu nebo tvarové změny bičíku. Sekundární vady jsou důsledkem dlouhodobého pobytu spermií v ocasu nadvarlete, průběhem ejakulace, špatnou manipulací s odebraným spermatem či nesprávnou přípravou preparátů. I u sekundárních vad se jedná o změny hlavičky, akrozómu a torze bičíku. Přítomnost morfologicky změněných spermií by neměla přesáhnout hranici 15 % (Barszcz et al., 2012).

3.8.1.3 Konzervace ejakulátu

Díky konzervaci ejakulátu se zachová životaschopnost a dobrá oplozovací schopnost spermií (Manafi, 2011). Dále se také díky konzervaci vyrobí maximální počet inseminačních dávek s odpovídajícím počtem aktivních spermií. Inseminační dávka by měla obsahovat minimálně $10 - 12 \times 10^6$ aktivních spermií, jejichž aktivita musí odpovídat alespoň 30 % (Garner, 2006). U býků zlepšovatelů s výbornou plodností lze počet spermií v inseminační dávce snížit za předpokladu dobrého zabřezávání po I. inseminaci (Gordon, 2004).

3.8.1.4 Ředění ejakulátu

V odebraném ejakulátu probíhá nepřetržitá látková výměna, v jejímž důsledku dochází k autointoxikaci a následné smrti spermií. Autointoxikaci označujeme proces, při kterém se hromadí kyselina mléčná a metabolity spermií v semeni. Intenzita produkce autointoxikačních látek závisí na teplotě prostředí, intenzitě okysličení a koncentraci aktivních spermií (Věžník a kol., 2009).

Ředěním spermatu je snaha co nejdříve vytvořit podmínky pro přežití spermií mimo organismus, kdy úkolem ředidla je zabezpečit podmínky pro prodloužení vitality a oplozovací schopnosti ejakulátu. Ředidlo se přidává pomalu za neustálého promíchávání a stupeň ředění je dán vlastnostmi semene (Gordon, 2004).

Mezi žádoucí vlastnosti ředidla semene patří dobrá pufrovací schopnost, pH odpovídající vlastnostem ejakulátu, nízký obsah elektrolytů a zlepšování motility po rozmrazení. Motilita spermií se totiž snižuje spolu s klesající teplotou a chladový šok způsobuje její nevratnou ztrátu (Vishwanath and Shannon, 2000). Ředidlo se také využívá se jako dočasný energetický zdroj spermií. Na druhou stranu například vyvolání aglutinace, poškozování spermií, obsah plísní či jiných zárodků a zkracování fertilizační schopnosti řadíme do nežádoucích znaků ředidla. Jako ředidla se využívají různé biochemické látky (mléko, žloutek, citrát sodný, sójový extrakt) a jejich jednotlivé použití je na základě

následného využití (čerstvá, chlazená nebo mražená inseminační dávka) (Beran et al., 2010). V poslední době jsou daleko více využívány náhražky za ředidla živočišného původu, protože jsou přesně definována a bez patogenů (Shahverdi et al., 2014).

3.8.1.5 Kryokonzervace

Kryokonzervace neboli mrazení spermatu je proces, při kterém je pomocí tekutého dusíku ($-196\text{ }^{\circ}\text{C}$) dlouhodobě uchováván naředěný ejakulát. Základním principem dlouhodobé konzervace mrazením je převedení vody v semeni do tuhého stavu. Obecně platí, že se stoupající rychlostí mrazení roste počet krystalů a klesá jejich velikost. Velikost krystalů je velmi důležitá, neboť na ní závisí celistvost buněčných stěn. K mechanickému poškození materiálu může docházet v důsledku extrémní rychlosti mrazení, které může způsobit vnitřní změny osmotických tlaků (Gamčík a Kozumplík, 1992).

Kvůli kryokonzervaci se při ředění přidává kryoprotektivum, které chrání biologické celky před působením snižování teploty. Jako kryoprotektivum se používá glycerol, u něhož byly zjištěny ochranné účinky na spermie (Doležalová a kol. 2024b). Dalším přídatkem jsou antioxidanty, které snižují oxidační procesy v semeni (Gordon 2004).

Před samotným mrazením se naředěný ejakulát upraví do velikosti a formy inseminační dávky a poté se chladí, neboť savčí spermie jsou citlivé na rychlost zchlazování. Jsou známy dvě formy mrazených inseminačních dávek a to pelety a pejety. V případě pelet se jedná o inseminační dávku o velikosti 0,1 ml, která je ve tvaru kuličky a přichází do přímého styku s okolním prostředím. Výroba pelet je označována za japonskou metodu (Gamčík a Kozumplík, 1992). Druhou formou inseminační dávky jsou pejety (francouzská metoda). Pejetami jsou plastové dutinky plněné do objemu 0,25 nebo 0,5 ml (Anzar et al., 2011). V praxi se daleko více využívají pejety, neboť nepřicházejí do styku s okolním prostředím a je možná jejich přesná identifikace. Přesná identifikace pejety je díky označení dutinky po naplnění, což u pelet nelze (Gamčík a Kozumplík, 1992).

Během chlazení si spermie za optimálních podmínek navykají na zpomalení metabolismu, čímž se předchází vzniku chladového šoku. Při pomalém chlazení je dehydratace spermií maximální, protože je dosaženo osmotické rovnováhy mezi intracelulárním a extracelulárním prostředím. Naproti tomu u příliš rychlého zchlazení dochází ke vzniku intracelulárního ledu, redukci rozkladu fruktózy, obsahu kyslíku a syntéze ATP. Vlivem rychlého chlazení ztrácí spermie zásobení energií a následně motilitu. Během chlazení se využívá konstantní teploty, při které v naředěném semeni klesá teplota z $34\text{ }^{\circ}\text{C}$

na 4 °C. Zchlazování probíhá v chladicím boxu po určitou dobu, jenž se různí dle autorů (1,5 – 2 hodiny) (Doležalová a kol., 2014a).

Hned po zchlazení semene následuje ekvilibrace, jež je nezbytným procesem při úspěšném mrazení býčího ejakulátu. Ekvilibrace určuje celkovou dobu, při které spermie zůstávají v přímém kontaktu s kryoprotektantem před zmrazením. Jedná se o čas, během kterého kryoprotektant proniká do spermatických buněk a nastavuje bilanci mezi intracelulární a extracelulární koncentrací (Doležalová a kol., 2014a). Délka této metody je různá a může trvat od 30 minut do 24 hodin. Při krátkém čase ekvilibrace (30 minut) docházelo k negativnímu vlivu na membránovou celistvost spermie (Shahverdi et al., 2014). Naopak s prodlužujícím se časem ekvilibrace roste oplozovací schopnost spermií (Crespilho et al., 2012).

Samotný proces mrazení spermatu závisí na mnoha faktorech, mezi které řadíme například složení ředidla, koncentraci glycerolu a délku ekvilibrace. V praxi se využívají dva způsoby hlubokého mrazení, a to pomalé a rychlé zmrazování. U pomalého zmrazování klesá teplota rychlostí 1 – 2 °C/min do -15 °C, poté 3 – 5 °C/min do -50 °C a nakonec -18 °C/min na konečnou teplotu -196 °C. Celkový čas pomalého zmrazování nepřibližně 1 hodina a v poslední době je využívání značně omezené. Druhý způsob mrazení trvá 7 – 12 minut a jako mrazicí médium je použit tekutý dusík (Gamčík a Kozumplík, 1992).

3.8.1.6 Sexování spermií

Pro chovatele má zásadní význam pohlaví narozeného potomka skotu. Například u chovatelů skotu pro masnou produkci je žádoucí narození býčků, neboť mají lepší konverzi krmiva a poměr libového masa k tuku (Sales et al., 2011). Na druhou stranu chovatelé mléčného skotu preferují samičí potomstvo pro obměnu stáda, snížení četnosti obtížných porodů, ale i geneticky hodnotné býky (Manafi, 2011).

U savců je pohlaví určeno kombinací chromozomů X a Y. Samičí pohlavní buňka (vajíčko) obsahuje pouze chromozom X a samčí pohlavní buňka (spermie) může nést buď chromozom X nebo chromozom Y (Nevoral a kol., 2015). Chromozomy X a Y se liší svou velikostí, kdy chromozom Y je výrazně menší. Na základě zjištění rozdílné velikosti chromozomů je možné třídit (sexovat) spermie pomocí průtokové cytometrie, která vychází z určení množství DNA ve spermiu. Asi o 4 % více celkové DNA obsahuje spermie s chromozomem X na rozdíl od spermie s chromozomem Y (Manifi, 2011) (Seidel, 2007).

Samotnému třídění předchází barvení fluorescenčními barviv, které se váží jen na DNA a spermii jako takovou nepoškozují. Poté je obarvený roztok se spermiemi rozptýlen na drobné kapénky. Kapénka by měla obsahovat jednu spermii. Jednotlivé kapky procházejí přes laserový paprsek, jenž stimuluje záření fluorescenčního barviva (Perez – Marin, 2012). Záření je snímáno dvěma detektory, které mají navzájem kolmé roviny pro detekování všech spermií (Sharpe and Evans, 2009). Na základě naměřené hodnoty fluorescence jsou kapénky spermií nabitý elektrickým nábojem, kdy spermie s chromozomem Y jsou nabitý méně oproti spermiím s chromozomem X (Perez – Martin, 2012). Dráha nabitých kapének je regulována elektrostatickými silami pole o napětí 3000 V a ty pak končí v příslušné sběrné nádobce. Kapky, u kterých nebyl s dostatečnou spolehlivostí určen obsah DNA, jsou usměrněny mimo roztříděné spermie (Nevoral a kol., 2015).

U výše uvedeného postupu lze třídit spermie s úspěšností vyšší než 90 % (Seidel, 2009) a při optimálním režimu je možné získat 8000 tříděných spermií za sekundu. Tímto tempem lze získat dvě tradiční inseminační dávky býka za hodinu (Xu et al., 2009). Snížením počtu spermií (např. na dva miliony spermií) v dávce se dosahuje vyššího výkonu třídění, a to na 14 inseminačních dávek za hodinu (Nevoral a kol., 2015).

Spermie je během procesu sexace vystavena stresu hned při několika příležitostech, mezi které řadíme tahy a tlaky při vzniku kapénky, osvětlení laserem, elektrické nabití kapky a působení elektrického pole (Nevoral a kol., 2015). Také manipulace se spermatem před tříděním a i po něm má negativní vliv na spermie. Je tedy předmětem zájmu stresující vlivy eliminovat, neboť snižují plodnost spermií (Funston and Meyer, 2012).

Dalším rozdílem mezi chromozomem X a Y je sekvence DNA, kde na chromozomu Y se nacházejí části DNA, které jsou pro něj specifické a na chromozomu X se nevyskytují. Mohlo by se tedy jednat o další možnost při třídění spermií, jež by byla založena na detekci specifických sekvencí. Problém však nastává u stávající techniky, která buňku při určování daného úseku DNA ničí (Nevoral a kol., 2015).

Manafí (2011) uvádí, že byly identifikovány proteiny, které se nacházejí na povrchu spermií a jsou specifické pro jednotlivé pohlaví. Na tyto proteiny by se navázaly protilátky, díky kterým docházelo k agregaci spermií. Tím bylo možné odstranit spermie s nežádoucím chromozomem (Gordon, 2004).

3.8.2 Postup při inseminaci

Pracovní postup při procesu inseminace zahrnuje hned několik úkonů, mezi které řadíme kontrolu a identifikaci inseminované plemenice, přípravu inseminační dávky, zavádění

inseminační dávky a zaznamenání provedené inseminace do příslušných dokumentů (Burdych a kol., 2004).

3.8.2.1 Kontrola a identifikace inseminované plemenice

Plemenice, které jsou určeny k inseminaci, jsou vybírány na základě projevů říje zaměstnanci podniku. Inseminační technik kontroluje dané projevy říje u samice a určí, zda ji bude nebo nebude inseminovat. Své rozhodnutí provádí na základě posouzení stavu pohlavních orgánů, cervikálního hleny či údajů o plemenici v evidenci (Burdych a kol., 2004).

3.8.2.2 Příprava inseminační dávky

Příprava inseminačních dávek probíhá přímo v chovu, kde je v plánu umělé oplodnění uskutečnit, a přepravují se v biologických kontejnerech. Jednotlivé dávky jsou v kontejneru přesně označené a ponořené v tekutém dusíku (Doležalová a kol., 2013).

Inseminační dávka je po vyjmutí pinzetou z kontejneru vložena do vodní lázně a dochází k jejímu rozmrznutí. Samotný proces rozmrazování je stejně důležitý pro přežitelnost spermií jako mrazení a spermie při něm procházejí dvěma kritickými teplotami (z $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$ do $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$). Teplota a délka rozmrazování je závislá na použité technologii mrazení, ale obecně se využívá vodní lázeň temperovaná na $35\text{ }^{\circ}\text{C}$ po dobu 30 sekund (Lyashenko, 2015). Pejety se rozmrazují s vatovou zátkou nahoru na rozdíl od skladování v kontejneru, kde jsou umístěny zátkou dolů. Po rozmrznutí se dutinka vyjme a osuší buničitou vatou. Drží se ve svislé poloze, kdy vatová zátka směřuje dolů, a dochází tak k promíchání obsahu dávky vzduchovou bublinou. Poté se dutinka zasune do inseminační aparatury a odstříhne se konec bez vatové zátky. Dutinka, bez ustřiženého konce, by měla přesahovat přibližně o 1,5 cm konec aparatury. Nakonec se na aparaturu navlékne jednorázová krycí pipeta, která se zajistí těsnícím kroužkem proti skluzu. Jemným stlačením pístu inseminační aparatury dojde k odlepení vatové zátky a hladina semene je vytlačena k ústí krycí pipety. S takto připravenou aparaturou lze inseminovat plemenice (Burdych a kol., 2004).

3.8.2.3 Metody umělé inseminace

Metody umělého oplodnění se různí podle pomůcek a místa deponování spermatu. Na základě použitých pomůcek můžeme metody rozdělit na rektální, vagino – rektální a vaginální. Podle umístění spermatu v pohlavním ústrojí samice je možné dělit

na intracervikální, intrauterinní a inseminaci do děložního rohu. V praxi je nejvíce využívána metoda rektální s intracervikální inseminací (Perez – Marin, 2012).

3.8.2.3.1 Intracervikální metoda inseminace

Použití intracervikální metody inseminace je založeno na umístění semene do děložního krčku, protože děložní krček má nejvhodnější podmínky pro spermie. Podle přesného umístění semene v děložním krčku (přední či zadní část) hovoříme o hluboké nebo povrchové inseminaci. Díky cervikálnímu hlenu, který působí jako filtr, se do dělohy dostávají pouze spermie s aktivním pohybem (Gamčík a Kozumplík, 1992).

3.8.2.3.2 Intrauterinní metoda inseminace

Umístění semene do těla dělohy nebo děložního rohu označujeme metodu intrauterinní inseminace (Perez – Marin, 2012). Tento způsob metody probíhá za přísných hygienických opatření. Při deponaci semene do děložního rohu volíme takový roh, na jehož straně je vyvinut Graafův folikul. Intrauterinní inseminaci je možné provádět na konci říje, kdy jsou již vnější příznaky mizivé. Používání této metody se v běžné praxi nedoporučuje (Gamčík a Kozumplík, 1992).

3.8.2.3.3 Rektální metoda

U rektální metody se pomocí levé ruky rozevřou stydké pysky a do vytvořeného nálevkovitého otvoru ve stydké štěrbině se pravou rukou vloží inseminační pipeta. Pipeta se zavádí ze zdola nahoru s úhlem asi 45° přes poševní předsíň. Pipeta je zasunuta směrem k děložnímu krčku a to tak hluboko, aby větší část inseminační dávky byla v pochvě. Při dostatečném zastrčení pipety do pochvy uvolňuje levá ruka stydké pysky a chráněna rukavicí se zasune do rekta plemenice. Z rekta se odstraní výkaly, aniž by došlo ke znečištění pipety. Po vyšetření pohlavních orgánů následuje jemná masáž dělohy a přes stěnu konečníku se v blízkosti čípku uchopí děložní krček pro snadnější vyhledání zevní branky děložního krčku. Pravou rukou je pipeta přibližována k čípku a pomocí levé ruky je usměrněna k zevní brance. Následuje opatrné navléknutí děložního krčku na pipetu a její hrot by měl proniknout asi do poloviny děložního krčku (3 – 5 cm). Semeno se pomalu vytlačuje z inseminační pipety, která je pomalu vysouvána z krčku. Při vytlačení veškerého spermatu z pipety se pouští děložní krček a současně se vytahuje ruka z rekta a inseminační pipeta (Burdych a kol., 2004).

3.8.2.4 Zaznamenání inseminace

Po provedené inseminaci dává technik prázdnou dutinku inseminační dávky chovateli, aby si mohl zkontrolovat, zda byl inseminován celý obsah dávky. Technik dále zaznamená do průvodního listu plemence datum inseminace a státní registr býka (Burdych a kol., 2004).

3.8.3 Faktory ovlivňující inseminaci u jalovic

Úspěšnost umělého oplodnění může být ovlivněna řadou faktorů. Mezi tyto faktory řadíme stanovení optimální doby inseminace jalovic, použití kvalitní inseminační dávky, správně provedený inseminační úkon a také správnou přípravu inseminační dávky (Doležalová a kol., 2013).

3.8.3.1 Stanovení optimální doby inseminace jalovic

Stanovení optimální doby inseminace jalovic je závislé na růstové křivce plemene, jehož cílová hodnota se mění spolu s pokrokem ve šlechtění, závislé je také na úrovni výživy a zdravotním stavu plemence. Například u plemene holštýnský skot je doporučován věk při prvním zapouštění 14 – 15 měsíců a při hmotnosti 410 kg (Bouška a kol., 2006). Dřívější zapouštění se nedoporučuje, neboť by to mohlo mít negativní vliv na dokončení vývoje jalovic (Louda 2008). Také není žádoucí zapouštět staré jalovice, protože může dojít ke zvýšení jejich tělesné kondice. S rostoucí tělesnou kondicí roste také riziko obtížných porodů (Vacek a kol., 2012).

3.8.3.2 Kvalita inseminační dávky

Inseminační stanice, které jsou místem výroby inseminační dávky, ručí za dodržení všech technologických postupů při výrobě inseminační dávky. Kvalita inseminační dávky je na stanicích kontrolována hned několikrát a to po zmrazení, po čtyřech týdnech uložení v kontejnerech na stanici a před expedicí při výstupní kontrole dávek (Gamčík a Kozumplík, 1992).

K znehodnocení inseminační dávky může dojít během manipulace s nimi, kdy se může jednat o jejich překládání či počítání. Jakékoliv zacházení s mrazenými inseminačními dávkami by mělo být rychlé a nemělo by překročit dobu 5 sekund. Při prodloužení doby manipulace může dojít k zvýšení teploty nad chladovou zónu (-130 °C). Dochází tak k rekrystalizaci a následnému porušení oplozovací schopnosti semene (Doležalová a kol., 2013).

3.8.3.3 Inseminační technik

Inseminační technik je odpovědný za rozhodnutí, zda bude či nebude provedena inseminace, správný postup při přípravě inseminační dávky a její následné zavedení do plemenice (Sales et al., 2011). Je tedy žádoucí, aby znal fyziologii reprodukce, dokonale ovládal techniku inseminace, používal kvalitní inseminační pomůcky, dodržoval zásady hygieny a také veterinárních a zdravotních opatření (Gamčík a Kozumplík, 1992).

4 Materiály a metodika

4.1 Charakteristika podniku ZEAS Podorlicko a.s.

ZEAS Podorlicko a.s. provozuje zemědělskou výboru v podhůří Orlických hor a jeho sídlo se nachází v Trnově. Podnik hospodaří na pozemcích o výměře 4180 ha (z toho 3700 ha orné půdy) a jejich nadmořská výška se pohybuje v rozmezí 270 – 350 metrů nad mořem. Firma je akciovou společností s poměrně stálým počtem akcionářů (okolo 600) a nejvyšším orgánem je valná hromada, která volí představenstvo a dozorčí radu. Předmětem podnikání společnosti je zemědělská výroba, výroba a oprava zemědělských strojů, zámečnictví, výroba produktů z minerálních vláken, silniční motorová doprava a výroba krmných směsí. Podnik hospodaří tzv. střediskovým systémem hospodaření, který je tvořen středisky rostlinné výroby, živočišné výroby, střediskem opravárenství, materiálového a technického zabezpečení, stavebním střediskem, střediskem přidružené výroby a střediskem správním. Společnost má celkem 118 zaměstnanců, z nichž je 23 technických hospodářských pracovníků.

Rostlinná produkce podniku je zaměřena na pěstování plodin, které slouží pro výrobu krmných směsí pro vlastní potřebu a také prodej. Mezi hlavní plodiny rostlinné produkce řadíme pšenici ozimou (1146,46 ha), ječmen jarní (278,86 ha), ječmen ozimý (457,57), řepku ozimou (516,04 ha), žito ozimé (44,38 ha) a kukuřici silážní (612,68 ha). Jako krmné plodiny jsou pěstována vojtěška setá (ke sklizni na senáž, 48,03 ha) a jetel červený (1. seč ke sklizni na senáž a 2. seč ke sklizni semínka, 127,21 ha). Dále pěstují plodiny krycí, maloobjemové a speciální a to především kmín kořený (ke sklizni 114,35 ha), len olejný hnědý (132,92 ha) a zlatý (58,64 ha), bob obecný (120,93 ha), oves nahý (21,62 ha), triticales jarní (49,29 ha), vikev jarní (51,56 ha), jetel nachový (36,1 ha), anýz vonný (6,01 ha), fenykl obecný (4,82 ha) a proso seté (50 ha).

Živočišná produkce společnosti se skládá ze samostatně ekonomicky vedených středisek (chovů) s hlavním zaměřením na chov mléčného skotu. Dříve byla živočišná produkce rozšířená o výkrm býků a prasat, ale z důvodu velké ztrátovosti byly zrušeny. Podnik chová 550 kusů dojníc ve dvou podnicích (VKK Trnov a VKK Bílý Újezd), z nichž je 320 kusů plemene holštýn (import z Dánska, 1995) a 230 kusů plemene českého strakatého skotu. Odchov jalovic probíhá na středisku OMD Mastý (440 kusů). Za plemenářský rok 2014 – 2015 byla u obou plemen průměrná užitkovost 8769 kg mléka s průměrným obsahem

bílkoviny 3,6 %, průměrné mezidobí odpovídalo 391 dnům a věk při prvním otelení byl 23 – 24 měsíců.

V roce 2011 byla postavena bioplynová stanice s výkonem 1 MW, která se stala stabilizujícím prvkem společnosti. V bioplynové stanici se například zužitkovávají seče z trvale travních porostů, jejichž výměra je 457 ha.

4.1.1 Organizace odchovu jalovic na farmě

Dojnice a vysokobřezí jalovice se telí v samostatných porodních boxech. 12 – 24 hodin po porodu jsou plemenice přemístěny do poporodní sekce a tele do individuálního venkovního boxu. V individuálním boxu je tele napojeno pomocí sondy mlezivem od své matky (3 – 4 litry). Poté je tele krmeno směsným mlékem, mléčnou krmnou náhražkou, starterem a senem. Po 6 – 8 týdnech je tele přesunuto do venkovních skupinových boud, kde během jednoho měsíce přechází na úplnou rostlinnou výživu. Přibližně ve 3 měsících věku jsou telata převezena na odchovnu mladého dobytka (OMD Masty) a zpět se pak vrací jako vysokobřezí jalovice 2 měsíce před plánovaným porodem. Na odchovně mladého dobytka jsou jalovice krmeny krmnou dávkou, která se dělí na základě věku. Do jednoho roku dostávají krmnou dávku slouženou ze siláže, senáže a směsi pro odchov mladého dobytka. Od stáří jednoho roku do zabřeznutí se krmná dávka skládá ze siláže a senáže. V období od zabřeznutí do porodu je jalovicím podávána pouze senáž. Na odchovně mladého dobytka také dochází k první inseminaci. Zaměstnanci podniku vizuálně vyhledávají říjící se mladé plemenice, které jsou následně inseminované za určitých podmínek. Podmínky pro inseminaci jsou dány věkem, hmotností a tělesným rámcem, kde se umělé oplodnění provádí při dosažení věku 13,5 měsíců a hmotnost je vyšší jak 400 kg. V podniku se využívá konvenčních i sexovaných inseminačních dávek a právě první dvě inseminace se provádí sexovanou inseminační dávkou.

4.2 Metodika zpracování výsledků

V diplomové práci byly pozorovány výsledky zabřezávání jalovic na základě typu použité inseminační dávky (konvenční/sexovaná). Předpokladem bylo lepší zabřezávání po inseminaci konvenční dávkou z důvodů vyššího počtu spermií než u sexované dávky.

Zpracované údaje byly získány od skupiny jalovic (n = 988), jejichž inseminace proběhla v období od 25. 6. 2013 do 2. 11. 2015.

Z evidenčních karet plemenic a zootechnické evidence byly vypsány informace o jalovicích a jejich inseminaci. Přesněji se jednalo o datum narození jalovice, plemennou

příslušnost, věk při první inseminaci, pořadí inseminace, datum inseminace, výsledek inseminace, a zda se jednalo o inseminaci konvenční nebo sexovanou inseminační dávkou.

4.2.1 Metoda statistického zpracování

Veškerá získaná data byla statisticky zpracována programem SAS 9.3. Pro stanovení základních parametrů souborů byly využity procedury MEANS a UNIVARIATE. Vztahy mezi vybranými indikátory byly posuzovány pomocí korelačních koeficientů, které byly vypočteny pomocí procedury CORR. Při výběru vhodného modelu hodnocení daných ukazatelů byla využita procedura REG, metoda STEPWISE. Pro hodnocení rozdílu mezi zvířaty a skupinami byla použita procedura MIXED s následným detailním vyhodnocením pomocí Tukey-Kramerova testu. Modelová rovnice byla následující:

$$y_{ijkl} = \mu + a_i + b_j + c_k + b_1 * (\text{rok}) + b_2 * (\text{plemeno}) + e_{ijkl}$$

kde:

- y_{ijkl} – hodnoty závisle proměnné (výsledek inseminace),
- μ – obecná hodnota závislé proměnné,
- a_i – fixní efekt semene (i = nesexované, $n = 551$; i = sexované, $n = 437$),
- b_j – fixní efekt měsíce inseminace (j = leden, $n = 100$; j = únor, $n = 77$; j = březen, $n = 75$; j = duben, $n = 73$; j = květen, $n = 63$; j = červen, $n = 50$; j = červenec, $n = 83$; j = srpen, $n = 85$; j = září, $n = 76$; j = říjen, $n = 110$; j = listopad, $n = 110$; j = prosinec, $n = 86$),
- c_k – fixní efekt pořadí inseminace ($k = 1$, $n = 581$; $k = 2$, $n = 246$; $k = 3$, $n = 107$; $k = 4$ a další, $n = 54$),
- $b_1 * (\text{rok})$ – lineární regrese na rok inseminace,
- $b_2 * (\text{plemeno})$ – lineární regrese na podíl krve plemen,
- e_{ijkl} – náhodná reziduální chyba

5 Výsledky

5.1 Hodnocení základních statických charakteristik

Ve sledovaném souboru jalovic bylo různé zastoupení čistokrevných plemen a jejich kříženců (tab. 6). Nejvyšší frekvence byla dosahována u čistokrevných jalovic plemene holštýnský skot (H100), kdy se jednalo o 485 kusů a z celkového počtu šlo o 60,47 % zastoupení. Druhým, nejvíce se vyskytujícím plemenem, byl čistokrevný český strakatý skot (C100), jehož podíl z celkového počtu činil 10,10 % s 81 kusy.

Za zmínku také stojí zastoupení kříženců, jejichž plemenné zastoupení v krvi bylo z půlky plemenem holštýnský skot a z půlky plemenem český strakatý skot (C50H50). Těchto kříženců bylo celkem 61 a z celkového počtu to znamenalo 7,61 %. Frekvence ostatních kříženců, kteří měli různý podíl plemene v krvi, byla nízká a nepřesahovala 2 %.

Tab. 1 Základní statistická charakteristika u sledovaného souboru jalovic

proměnná	n	$\bar{x}$	s	min.	max.	s.e.	V (%)
věk při první inseminaci	988	448,12	27,45	362,95	567,3	0,87	6,13
pořadí inseminace	988	1,67	1,01	1	8	0,03	60,85
zabřezávání	893	56,66	49,58	0	100	1,66	87,50

n = počet pozorování, $\bar{x}$ = průměr, s = směrodatná odchylka, min. = minimum, max. = maximum, s.e. = střední chyba aritmetického průměru, V (%) = variační koeficient

Tab. 2 Základní statistická charakteristika podle podílu plemene

plemeno	proměnná	n	$\bar{x}$	s	min.	max.	s.e.	V (%)
C100	věk při první inseminaci	82	474,91	32,17	362,95	552,05	3,55	6,77
	pořadí inseminace	82	1,55	0,97	1	6	0,11	62,67
	výsledek inseminace	74	66,22	47,62	0	100	5,54	71,92
H100	věk při první inseminaci	485	438,29	21,78	396,5	567,3	0,99	4,97
	pořadí inseminace	485	1,82	1,16	1	8	0,05	63,51
	výsledek inseminace	442	50,45	50,05	0	100	2,38	99,21
C50H50	věk při první inseminaci	61	448,95	28,26	399,55	518,5	3,62	6,29
	pořadí inseminace	61	1,59	0,92	1	5	0,12	57,84
	výsledek inseminace	59	64,41	48,29	0	100	6,29	74,98
podílový kříženci C a H	věk při první inseminaci	174	460,46	31,95	384,3	542,9	2,42	6,94
	pořadí inseminace	174	1,61	0,84	1	5	0,06	52,25
	výsledek inseminace	168	58,33	49,45	0	100	3,82	84,77

n = počet pozorování, $\bar{x}$ = průměr, s = směrodatná odchylka, min. = minimum, max. = maximum, s.e. = střední chyba aritmetického průměru, V (%) = variační koeficient

5.1.1 Reprodukční ukazatel

Věk při první inseminaci

Ve sledovaném souboru byl průměrný věk jalovic při první inseminaci 448,12 dní (tab. 1), kdy nejčasnější první inseminace byla provedena ve věku 363 dnů a nejdéle v 567 dnech od narození.

Z tabulky 2 je patrné, že průměrně nejnižšího věku při první inseminaci bylo dosaženo u jalovic H100 (438,29 dnů). U těchto jalovic proběhla první inseminace od 396,5 do 567,3 dnů věku. Naproti tomu nejvyšší průměrný věk při první inseminaci byl zjištěn u C100, kdy věkové rozmezí bylo od 362,95 do 552,05 dnů. Průměrný věk kříženců při prvním zapouštění se pohyboval mezi průměrnými hodnotami u čistokrevných plemen a u C50H50 dosahoval 448,95 dnů věku. Kříženci C50H50 byli nejdříve inseminováni ve 399,5 dnech věku a nejdéle v 518,5 dnech od narození. 460,46 dnů (minimum 384,3 dnů, maximum 542,9 dnů věku) byl průměrný věk první inseminace u ostatních podílových kříženců.

5.1.2 Ostatní ukazatele

Pořadí inseminace

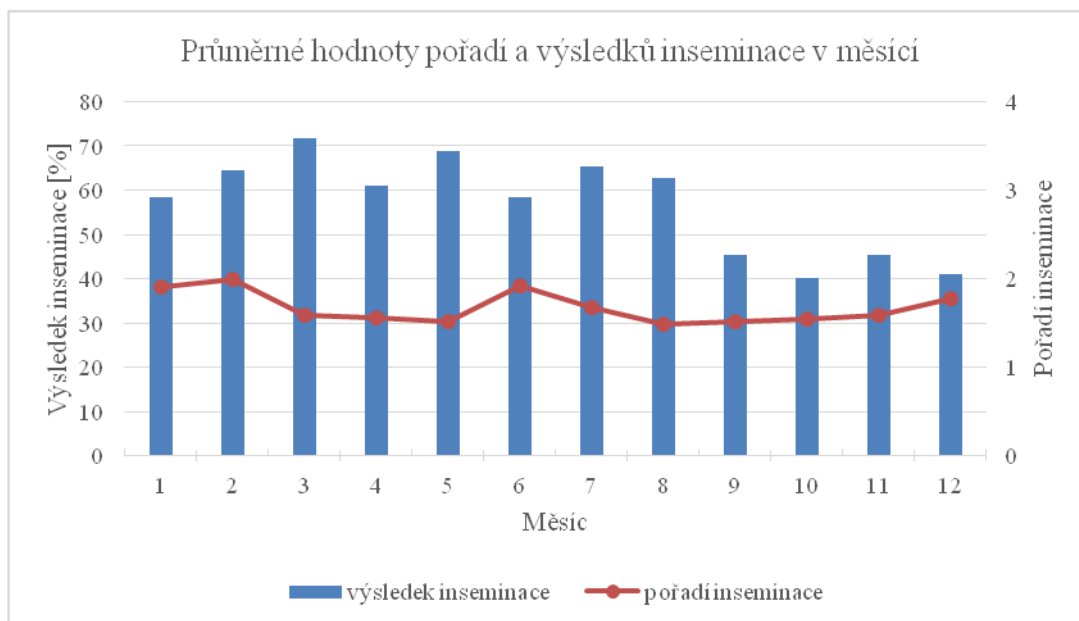
U sledovaných jalovic bylo zapotřebí od 1 do 8 inseminací na jejich zabřeznutí. V průměru byl však inseminační index 1,67.

Na základě porovnání výsledků z tabulky 2 bylo nejvíce inseminací potřebných na zabřeznutí provedeno u jalovic plemene H100, kde bylo použito nejvíce 8 inseminací. U C100 bylo uskutečněno maximálně 6 inseminací a u všech kříženců 5 inseminací. Jednotlivé průměry pořadí inseminace byly u C100 1,55; H100 1,82; C50H50 1,59 a u dalších podílových kříženců 1,61.

Zabřezávání po inseminaci

Zabřezávání po inseminaci bylo ve sledovaném souboru jalovic dosaženo v průměru 56,66 % (tab. 1).

Úspěšnost zabřezávání po inseminaci byla u jednotlivých plemen rozdílná (tab. 2). V průměru nejlépe zabřezávaly jalovice C100 s 66,22 %. Průměrně nejhorší úspěšnost zabřezávání měly jalovice H100, která činila 50,45 %. U kříženek C50H50 bylo průměrné zabřezávání 64,41 % a u ostatních podílových kříženek 58,33 %.

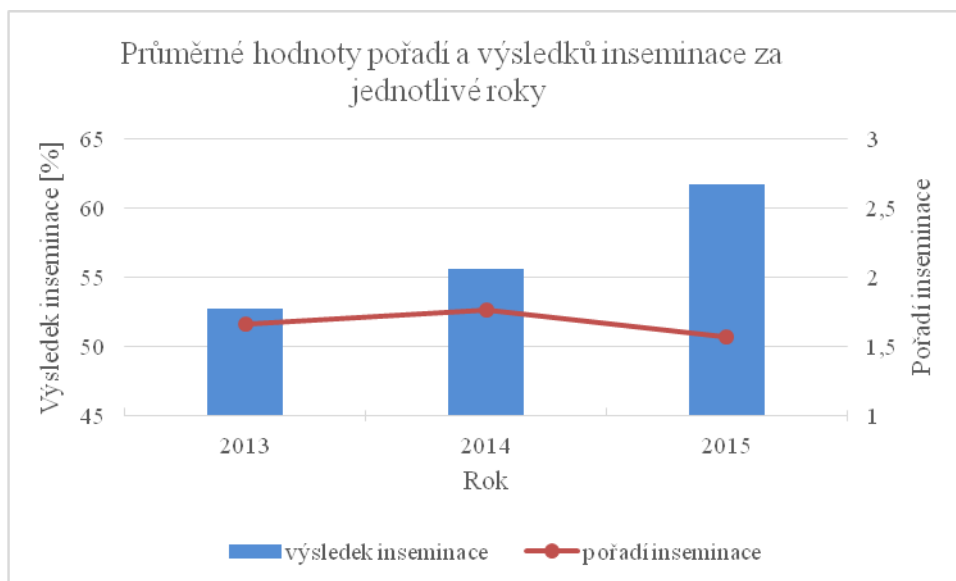


Graf 1 Průměrné hodnoty pořadí a výsledků inseminace v měsíci

Zabřezávání podle měsíců inseminace

Z grafu 1 je patrné, že nejlepšího zabřezávání po sledované inseminaci bylo dosaženo v měsíci březnu s průměrnou úspěšností 71, 62 %, který jako jediný měsíc překonal hranici 70 % úspěšnosti. Na druhou stranu nejhorší zabřezávání bylo zjištěno za měsíc říjen, kde průměrná hodnota úspěšnosti činila 40,23 %. Hranice 50 % úspěšnosti zabřeznutí nebyla prolomena ani v měsících září (45,45 %), listopad (45,45 %) a prosinec (40,96 %). Blízkosti 60 % hranice úspěšnosti inseminace se dosahovalo v měsíci lednu a červnu, kdy procento zabřeznutí po sledované inseminaci bylo v obou měsících stejné (58,33 %). Mezi 60 % a 70 % hranicí úspěšnosti zabřeznutí se pohybovaly zbylé měsíce, tedy únor (64,47 %), duben (61,11 %), květen (68,85 %), červenec (65,43 %) a srpen (62,35 %).

Počet potřebných inseminací na oplodnění byl také během roku rozdílný. Nejvyššího počtu inseminací bylo zaznamenáno v měsíci únoru, kde na zabřeznutí bylo potřeba až 8 inseminací, v průměru však 2 inseminace. Naopak nejméně inseminací bylo potřeba v srpnu a říjnu, kde na zabřeznutí stačily maximálně 4 inseminace. Průměrný inseminační index činil v srpnu 1,49 a v říjnu 1,55 inseminací. Nejvíce 5 inseminací potřebných na zabřeznutí bylo zjištěno v dubnu, květnu, září a listopadu, kdy průměrné pořadí inseminace bylo v dubnu 1,56; květnu 1,52; září 1,51 a listopadu 1,59. Maximální potřeba 6 inseminací byla nalezena u měsíce ledna, března, června a prosince, kde průměrný inseminační index byl u ledna 1,9; března 1,59; června 1,92 a prosince 1,77. V červenci byl inseminační index 1,67 s maximálním počtem inseminací 7.

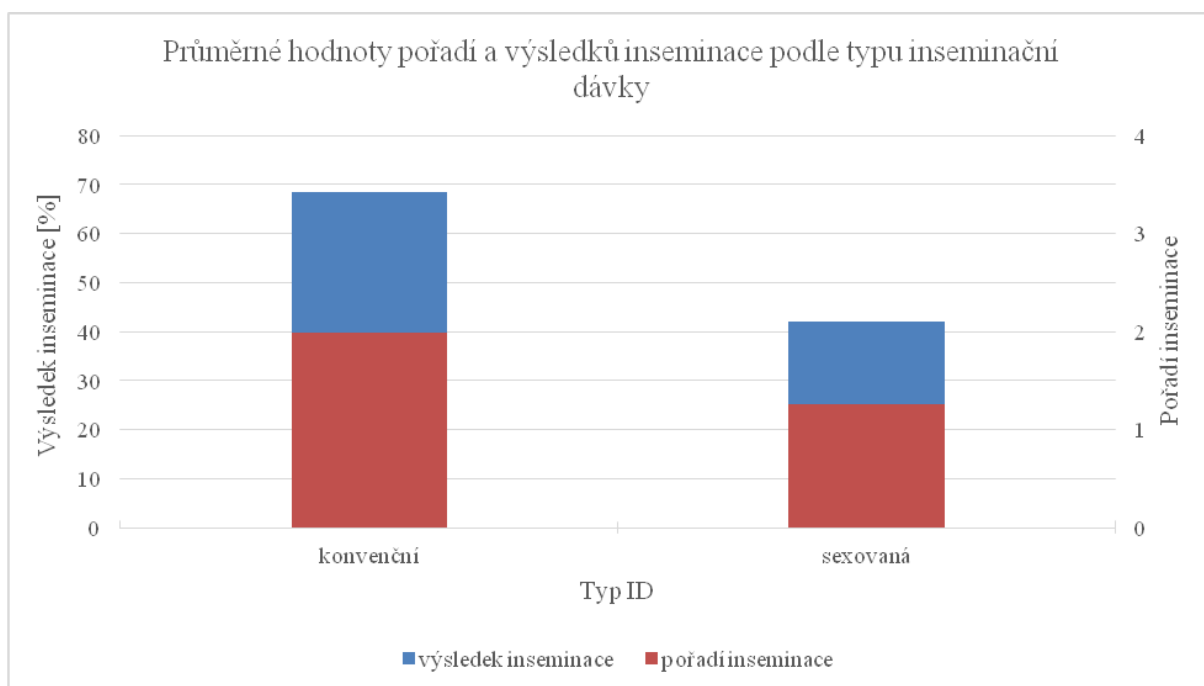


Graf 2 Průměrné hodnoty pořadí a výsledků inseminace za jednotlivé roky

Zabřezávání podle roku inseminace

Byla zjištěna různá úroveň zabřezávání po inseminacích, které byly prováděny v roce 2013, 2014 a 2015 (graf 2). Nejlepší úspěšnost zabřezávání byla zjištěna v roce 2015, ve kterém dosahovala v průměru 61,71 %. V dalších sledovaných letech byl výsledek inseminace nižší. V roce 2013 zabřezlo 52,72 % jalovic a v roce 2014 55,58 % jalovic.

V roce 2013 a 2015 bylo potřeba na zabřeznutí nejvíce 6 inseminací. Průměrný inseminační index dosahoval v 2013 roce hodnoty 1,66 a v roce 2015 1,57. Maximálně 8 inseminací bylo potřeba v roce 2014 a průměrný pořadí inseminace činilo 1,76.



Graf 3 Průměrné hodnoty pořadí a výsledků inseminace podle typu inseminační dávky

Zabřezávání podle typu inseminační dávky

V podniku jsou u jalovic využívány dva typy inseminačních dávek. Jedná se o inseminační dávku konvenční a sexovanou. Z grafu 3 je patrné, že v průměru lepší zabřezávání bylo po konvenční inseminační dávce než po sexované. Po inseminaci provedené konvenční dávkou bylo dosaženo 68,5 % úspěšnosti zabřeznutí a u sexované 42,14 %.

U sexované inseminační dávky bylo potřeba v průměru méně inseminací (1,26) na oplodnění na rozdíl od konvenční dávky (1,99). Na zabřeznutí byly použity maximálně 4 inseminace v případě sexované dávky a u konvenční dávky 8.

5.2 Korelační koeficienty mezi hodnocenými faktory

Tab. 3 Vzájemný vliv jednotlivých faktorů na reprodukci

		pořadí inseminace	výsledek inseminace	rok inseminace
věk při 1. inseminaci	r	-0,054	0,068	-0,195
	P	0,089	0,043	<0,001
	n	988	893	988
pořadí inseminace	r		0,035	-0,044
	P		0,296	0,163
	n		893	988
výsledek inseminace	r			0,068
	P			0,039
	n			893

r = korelační koeficient, P = průkaznost, n = počet pozorování

Z tabulky 3 je zřejmé, že rok inseminace měl negativní korelaci ($r = -0,195$) na věk při první inseminaci a průkaznost byla zaznamenána na hladině významnosti ($P < 0,001$). Znamená to, že v roce 2015 byl věk při první inseminaci u jalovic nižší než v roce 2013 a 2014. Dále na hladině významnosti ($P < 0,05$) byla zjištěna průkaznost mezi rokem inseminace a výsledkem inseminace, kdy rok inseminace pozitivně ovlivňoval ($r = 0,068$) výsledek provedené inseminace. Z toho vyplývá, že jalovice lépe zabřezávaly v roce 2015 než v letech předchozích (2013, 2014). Naproti tomu nebyl prokázán vliv roku inseminace na její pořadí.

Výsledek inseminace pozitivně působil ($r = 0,068$) na věk při první inseminaci, u něhož byla zjištěna průkaznost na hladině významnosti ($P < 0,05$). Tento vztah poukazuje na to, že se stoupajícím věkem jalovic při první inseminaci se zvyšovala úroveň zabřezávání. Na druhou stranu výsledek inseminace neovlivňoval pořadí inseminace.

U posledního ukazatele (pořadí inseminace) nebyl prokázán jeho vliv na věk při první inseminaci.

5.3 Hodnocení základních statistik modelové rovnice

Tab. 4 Základní statistiky modelové rovnice

ukazatel	model		typ ID		měsíc inseminace		pořadí inseminace		rok inseminace		plemeno	
	r ²	P	F-test	P	F-test	P	F-test	P	F-test	P	F-test	P
výsledek zabřezávání	0,125	<0,001	47,22	<0,001	3,89	<0,001	1,68	0,169	2,29	0,131	0,53	0,466

r² = determinační koeficient, P = průkaznost, typ ID = typ inseminační dávky

Z tabulky 4 je zřejmý pozitivní vliv (47,22) typu ID na výsledek zabřezávání, který byl prokázán na hladině významnosti ($P < 0,001$). Tento vztah udává lepší zabřezávání po konvenční inseminační dávce než po sexované. Také měsíc inseminace kladně ovlivňoval (3,89) úroveň zabřezávání s průkazností na hladině významnosti ($P < 0,001$). Dále je možné z tabulky zjistit, že nebyl prokázán vliv plemene, pořadí a roku inseminace na její výsledek.

5.4 Analýza rozptylu (ANOVA)

Tab. 5 Vyhodnocení vybraných vlivů na výsledek inseminace

efekt	úroveň	výsledek inseminace
		LSM $\pm$ SE
inseminační dávka	konvenční	65,69 $\pm$ 2,685 ^A
	sexovaná	37,28 $\pm$ 3,822 ^A
měsíc inseminace	leden	54,69 $\pm$ 5,656
	únor	56,64 $\pm$ 6,304
	březen	75,28 $\pm$ 6,397 ^A
	duben	56,16 $\pm$ 6,913
	květen	66,27 $\pm$ 7,267 ^a
	červen	50,36 $\pm$ 7,718
	červenec	52,41 $\pm$ 6,148
	srpen	61,06 $\pm$ 6,017 ^b
	září	39,63 $\pm$ 7,054 ^A
	říjen	33,54 $\pm$ 5,912 ^{A,a,b}
	listopad	38,75 $\pm$ 6,373 ^A
	prosinec	33,03 $\pm$ 6,297 ^{A,a,b}
pořadí inseminace	1	56,92 $\pm$ 2,440
	2	54,52 $\pm$ 3,399
	3	54,83 $\pm$ 5,560
	4 a další	39,66 $\pm$ 7,162

LSM = průměr opravený o metodu nejmenších čtverců, SE = standardní chyba, A = statistický průkaznost ($P < 0,001$), a, b = statistická průkaznost ($P < 0,05$)

V tabulce 5 u typu inseminační dávky byla zjištěna statistická průkaznost ($P < 0,001$) mezi konvenční a sexovanou inseminační dávkou, kde lepší zabřezávání bylo po konvenční dávce (65,69 %) než po sexované (37,28 %). Ke stejným závěrům se došlo i pomocí průměrů, ale výsledky analýzy rozptylu byly očištěny o vliv měsíce, plemene, pořadí a roku inseminace.

Statisticky průkazné rozdíly byly nalezeny i u vlivu měsíce inseminace na její výsledek. Například v březnu (75,28 %) bylo statisticky průkazně ($P < 0,001$) lepší zabřezávání oproti září (39,63 %), říjnu (33,54 %), listopadu (38,75 %) a prosinci (33,03 %). Dále bylo nalezeno a statisticky prokázáno ($P < 0,05$) úspěšnější zabřezávání v měsíci květnu (66,27 %) na rozdíl od října (33,54 %) a prosince (33,03 %). Poslední statisticky prokázaný ($P < 0,05$) rozdíl mezi měsícem inseminace a jejím výsledkem byl zjištěn u srpna, října a prosince, kde v srpnu (61,06 %) byly zaznamenány lepší výsledky inseminace než v říjnu (33,54 %) a prosinci (33,03 %). U ostatních měsíců nebyly nalezeny statisticky průkazné vlivy na zabřezávání.

Posledním zkoumaným faktorem bylo pořadí inseminace, kde však nebyl nalezen statisticky průkazný vliv pořadí inseminace na její výsledek.

6 Diskuze

V této kapitole jsou uváděny názory dle vědeckých prací a odborné literatury, které se zabývaly danou problematikou.

Reprodukce patří mezi klíčové faktory v chovu skotu, kdy dosahování dobrých reprodukčních ukazatelů je důležité pro efektivní produkci (maso, mléko) (Ball and Peters, 2009).

U jalovic ve sledované skupině se věk při první inseminaci pohyboval v průměru okolo 448 dnů, což odpovídá stáří necelých 15 měsíců. Vacek a kol. (2012) uvádí, že dobrou plodnost je možné očekávat již od 13 a 14 měsíců věku. Fricke (2010) označuje 14 – 16 měsíců jako optimální věk na zabřeznutí. Podle více autorů lze tento ukazatel považovat za průměrný (Kvapilík a kol., 2013) (Nehasilová, 2007) (Bouška a kol., 2006). Ve sledované skupině jalovic byla zjištěna negativní korelace mezi rokem inseminace a věkem při první inseminaci. Vacek a kol. (2012) uvádí, že zkrácením období odchovu je při správném řízení možné dosáhnout snížení nákladů, aniž by došlo ke zhoršení jejich následné mléčné užitkovosti, reprodukční výkonnosti a dlouhověkosti.

Inseminační index neboli pořadí inseminace dosahoval hodnoty 1,67 a podle Burdych a kol. (2004) lze hodnocení inseminačního indexu rozdělit na velmi dobré (do 1,5), dobré (1,6 – 1,8), nepříznivé (1,9 – 2) a nevyhovující (nad 2). Chebel et al. (2004) tvrdí, že se zvyšujícím se počtem inseminací klesá úspěšnost zabřezávání. Například u jalovic plemene český strakatý skot byl inseminační index 1,55 a lze ho hodnotit jako dobrý reprodukční ukazatel (Skládanka a kol., 2014).

Nižší inseminační index byl zjištěn u inseminace sexovanou dávkou (1,26) na rozdíl od dávky konvenční (1,99). Mohlo to být způsobeno menší frekvencí využití sexované dávky v daném období. Healy et al. (2013) tvrdí, že sexované sperma se primárně používá při první a druhé inseminaci.

Zabřezávání ve sledované skupině jalovic dosahovalo 56,66 % a lze ho považovat za dobrý výsledek (Burdych a kol., 2004) (Skládanka a kol., 2014). Bouška a kol. (2006) udává, že je cílem dosáhnout 80 % úspěšnosti zabřezávání po všech inseminacích.

Inseminace byla prováděna konvenční a sexovanou inseminační dávkou. Pomocí srovnání průměrů hodnot bylo zjištěno, že zabřezávání jalovic po konvenční dávce (68,5 %) bylo lepší než po sexované (42,14 %). Ke stejnému výsledku se také došlo pomocí analýzy rozptylu, kde u konvenční dávky byla úspěšnost zabřezávání 65,69 % a u sexované 37,28 %. Mallory et al. (2013) potvrzuje horší zabřezávání po sexované inseminační dávce než

po konvenční. Underwood et al. (2010) uvádí, že 5 z 6 plemenic, které byly inseminovány sexovanou dávkou, bylo zjištěno jako jalových. Tento autor dále tvrdí, že to mohlo být zapříčiněno zhoršenou funkcí spermií způsobenou jejich tříděním. De Vries (2010) tvrdí, že sexované sperma obsahuje nižší koncentraci spermií v dutince (přibližně 2 miliony) než sperma konvenční (přibližně 20 milionů). U většiny býků bylo zjištěno, že nízká koncentrace jejich sexovaných spermií (2 miliony) v inseminační dávce negativně ovlivňuje zabřezávání u plemenic (Andersson et al., 2001). Naproti tomu Bodmer et al. (2005) ve své práci došli k závěru, že podobných výsledků se dosahuje při stejné koncentraci spermií (2×10^6) jak v konvenční tak sexované inseminační dávce, rozdíly mezi nimi mohou vznikat v důsledku inseminační techniky a managementu chovu.

Úspěšnost inseminace byla v průběhu roku rozdílná, kde například v březnu (75,28 %) bylo lepší zabřezávání než v září (39,63 %), říjnu (33,54 %), listopadu (38,75 %) a prosinci (33,03 %). V těchto měsících docházelo k nejnižší úrovni zabřezávání. Je tedy zřejmé, že roční období má vliv na výsledek inseminace (Gordon, 2004). Donovan et al. (2003) uvádí, že u jalovic inseminovaných od 7. 5. do 23. 9. bylo ze 76 % méně pravděpodobné zabřezávání po první inseminaci oproti jalovicím oplodněným v zimě. Také Burns et al. (2010) tvrdí, že vysoká teplota a vlhkost mohou snížit kvalitu a životaschopnost vajíček a negativně tak ovlivnit výsledek inseminace.

7 Závěr

V diplomové práci byla shrnuta problematika odchovu a reprodukce jalovic včetně vlivů, které ovlivňují jejich výkonnost. Cílem bylo porovnat zabřezávání jalovic ze zemědělského podniku ZEAS Podorlicko a.s. ve vztahu k typu použité inseminační dávky.

Na základě zjištěných výsledků je zřejmé, že základní reprodukční ukazatele se pohybují v průměrných hodnotách populace skotu v České republice. Statisticky se prokázalo lepší zabřezávání po konvenční inseminační dávce než po sexované. Dále bylo zaznamenáno rozdílné zabřezávání během roku. Také se zjistilo, že rok inseminace ovlivňoval negativně věk při první inseminaci a pozitivně její výsledek.

Výsledky tedy potvrzují hypotézu vyšší úrovně zabřezávání po inseminaci konvenční dávkou než při použití dávky sexované. Z výsledku je také patrný vliv vnějších faktorů, který ovlivňuje reprodukční výkonnost jalovic. Na závěr lze tedy říci, že je potřebné se soustředit na celkové řízení reprodukce u jalovic, neboť odchov kvalitních jalovic na obměnu stáda má význam v rentabilitě chovu.

8 Seznam literatury

- Andersson, M., Taponen, J., Kosikinen, E., Dahlbom, M. 2004.** Effect of insemination with doses of 2 or 15 million frozen-thawed spermatozoa and semen deposition site on pregnancy rate in dairy cows. *Theriogenology*. 61 (7 – 8). 1583 – 1588.
- Al-Makhzoomi, A., Lundeheim, N., Håadr, M., Rodríguez-Martínez, H. 2008.** Sperm morphology and fertility of progeny-tested AI dairy bulls in Sweden. *Theriogenology*. 70 (4). 682 – 691.
- Anzar, M., Kroetsch, T., Boswall, L. 2011.** Cryopreservation of bull semen shipped overnight and its effect on post-thaw sperm motility, plasma membrane integrity, mitochondrial membrane potential and normal acrosomes. *Animal reproduction science*. 126 (1 – 2). 23 – 31.
- Bailey, T., Murphy, J. M. 2009.** Monitoring Dairy Heifer Growth. Virginia Cooperative Extension. 404 – 286.
- Ball, P.J.H., Peters, A.R. 2009.** Reproduction in Cattle. Blackwell Science Ltd. Lexington, KY. p. 242. ISBN 978-1-4051-1545-2.
- Barszcz, K., Wiesetek, D., Wąsowicz, M., Kupczyńska, M. 2012.** Bull Semen Collection and Analysis for Artificial Insemination. *Journal of Agricultural Science*. 4 (3). 1 – 10.
- Bazeley, K. J., Barrett, D. C., Williams, P. D., Reyher, K. K. 2015.** Measuring the growth rate of UK dairy heifers to improve future produktivity [online]. *The Vererinary Journal*. 27 October 2015 [cit. 2016-01-14]. Dostupné z <
<http://www.sciencedirect.com.infozdroje.czu.cz/science/article/pii/S1090023315004542>>
- Beran, J., Stádník, L., Ducháček, J., Louda, F. 2010.** Comparison of four diluents for cryoconservation of bull semen and their effect on sperm survival. *List of Contribution Conference MendelNet*. 204 – 210.
- Beran, J., Stádník, L., Ducháček, J., Toušová, R., Louda, F., Štolc, L. 2011.** Effect of bulls' breed, age and body condition score on quantitative and qualitative traits of their semen. *Acta Univ. Agric. Silvic. Mendeliana Brun*. 59 (6). 37 – 44.
- Beran, J., Šimoník, O., Stádník, L., Rajmon, R., Ducháček, J., Krejcárková, A., Doležalová, M., Šichtař, J. 2013.** Effect of bull, diluter and LDL – cholesterol concentration on spermatozoa resistance against cold shock. *Acta Univ. Agric. Silvic. Mendeliana Brun*. 61 (6). 1575-1581.

- Bodmer, M., Janett, F., Hässing, M., den Daas, N., Reichert, P., Thun, R. 2005.** Fertility in heifers and cows after low dose insemination with sex-sorted and non-sorted sperm under field conditions. *Theriogenology*. 64 (7). 1647 – 1655.
- Bouška, J., Doležal, O., Jílek, F., Kudrna, V., Kvapilík, J., Příbyl, J., Rajmon, R., Sedmíková, M., Skřivanová, V., Šlosárková, S., Tyrollová, Y., Vacek, M., Třilavský, J. 2006.** Chov dojeného skotu, Profi Press, Praha, 186 s. ISBN: 80-86726-16-9.
- Brouček, J., Šoch, M. 2008.** Technologie chovu telat do odstavu. Zemědělská fakulta Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích. České Budějovice. 48 s. ISBN 978-80-7394-096-6.
- Brouček, J., Uhrinčat, M., Šoch, M. 2008.** Stanovení vhodných postupů pro optimalizaci ustájení krav v období telení a telat během odchovu z hlediska welfare. Zemědělská fakulta Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích. České Budějovice. 55 s. ISBN 978-80-7394-089-8.
- Bruyère, P., Hétreau, T., Ponsart, C., Gatien, J., Buff, S., Disenhaus, C., Giroud, O., Guérin, P. 2012.** Can video cameras replace visual estrus detection in dairy cows?. *Theriogenology*. 77 (3). s. 525 – 530.
- Burdych V., Všecká J., Brychta J., Stejskalová E., Divoký L. 2004.** Reprodukce ve stádech skotu, Chovservis, Hradec Králové, 72 s.
- Burns, B. M., Fordyce, G., Holroyd, R. G. 2010.** A review of factors that impact on the capacity of beef cattle females to conceive, maintain a pregnancy and wean a calf—Implications for reproductive efficiency in northern Australia. *Animal Reproduction Science*. 122 (1 – 2). 1 -22.
- Crespilho, A. M., Papa, F. O., de Paula Santos, M., de Sa Filho, M. F. 2012.** Use of cooled bull semen as a strategy to increase the pregnancy rate in fixed-time artificial insemination programs-case report. *American Journal of Animal and Veterinary Sciences*. 7 (4). 175 – 179.
- Cruz, F. B., Lohn, L., Marinho, L. S. R., Mezzalira, J. C., Gaudencio Neto, S., Martins, L. T., Vieira, A. D., Barth, A., Mezzalira, A. 2011.** Internal artificial vagina (IAV) to assess breeding behavior of young *Bos taurus* and *Bos indicus* bulls. *Animal Reproduction Science*. 126 (3 – 4). 157 – 161.
- Čmsch - Českomoravská společnost chovatelů, a.s. 2012.** Šlechtitelský program holštýnského skotu [online]. Svaz chovatelů holštýnského skotu ČR. 19. 4. 2012 [cit. 2016-01-14]. Dostupné z <<http://holstein.cz/index.php/slechtenci-a-legislativa/menu-slechtenci-h-skotu>>.
- De Vries, A. 2010.** The Economics of Using Sexed Semen. *WCDS Advances in Dairy Technology*. 22. 357 – 370.

- Dhurvey, M., Gupta, V. K., Nema, S. P., Patidar, A., Shivhare, M., Singh, N., Shakya, V. 2012.** Modern semen evaluation techniques in domestic animals: A review. DHR International Journal of Biomedical and Life Sciences. 3 (1). 62 – 83.
- Doležal, O., Bílek, M., Dolejš, J. 2004a.** Zásady welfare a nové standardy EU v chovu skotu. Výzkumný ústav živočišné výroby. Praha Uhřetěves. 72 s. ISBN 80-86454-51-7.
- Doležal, O., Hegedüsová, Z., Holásek, R., Chládek, G., Kopec, T., Kropsch, M., Kučera, J., Kvapilík, J., Ofner-Schröck, E., Onráková, M., Skládanka, J., Strapák, P. 2004b.** Chov strakatého skotu. Mendlova univerzita v Brně. Brno. 268 s.
- Doležalová, M., Stádník, L., Louda, F. 2013.** Zásady manipulace s inseminačními dávkami. Náš chov. 73 (6). 10 – 13.
- Doležalová, M., Stádník, L., Vodička, J. 2014a.** Chlazení a ekvibrace při výrobě inseminačních dávek. Náš chov. 74 (6). 22 – 23.
- Doležalová, M., Stádník, L., Vodička, J. 2014b.** Přídavek kryoprotektantů do ředidel ejakulátu býků. Náš chov. 74 (7). 24 – 25.
- Donovan, G. A., Bennett, F. L., Springer, F. S. 2003.** Factors associated with first service conception in artificially inseminated nulliparous Holstein heifers. Theriogenology. 60 (1). 67 – 75.
- Duplessis, M., Cue, R. I., Santschi, D. E., Lefebvre, D. M., Lacroix, R. 2015.** Weight, height, and relative-reliability indicators as a management tool for reducing age at first breeding and calving of dairy heifers. Journal of Dairy Science. 98 (3). 2063 – 2073.
- Fricke, P. M. 2010.** Strategies for Optimizing Reproductive Management of Dairy Heifers [online]. University of Wisconsin-Madison. August 17, 2010 [cit. 2016-04-05]. Dostupné z <<http://articles.extension.org/pages/11525/strategies-for-optimizing-reproductive-management-of-dairy-heifers#top>> .
- Funston, R. N., Meyer, T. L. 2012.** Evaluating conventional and sexed semen in a commercial beef heifer development program. The Professional Animal Scientist. 28. 560 – 563.
- Gamčík, P., Kozumplík, J. 1992.** Andrológia a umelá inseminácia hospodárskych zvierat. Príroda. Bratislava. 299 s. ISBN 80-07-00540-4.
- Garner, D. L. 2006.** Flow cytometric sexing of mammalian sperm. Theriogenology. 65 (5). s. 943-957.
- Gordon, I. 2004.** Reproductive Technologies in Farm Animal. CABI publishing. Cambridge. p. 352. ISBN 0-85199-862-3.

- Healy, A. A., House, J. K., Thomson, P. C. 2013.** Artificial insemination field data on the use of sexed and conventional semen in nulliparous Holstein heifers. *Journal of Dairy Science*. 96 (3). 1905 – 1914.
- Hering, D. M., Oleński, K., Ruś. A., Kaminki, S. 2014.** Genome-wide association study for semen volume and total number of sperm in Holstein-Friesian bulls. *Animal Reproduction Science*. 151 (3 – 4). 126 – 130.
- Hofírek, B., Suchý, P., Straková, E., Herzig, I., Vikler, A. 2009.** Nemoci skotu. Noviko a.s. Brno. 1149 s. ISBN 978-80-86542-19-5.
- Chebel, R. C., Braga, F. A., Dalton, J. C. 2007.** Factors affecting reproductive performance of Holstein heifers. *Animal Reproduction Science*. 101 (3 – 4). 208 – 224.
- Chebel, R. C., Santos, J. E. P., Reynolds, J. P., Cerri, R. L. A., Juchem, S. O., Overton, M. 2004.** Factors affecting conception rate after artificial insemination and pregnancy loss in lactating dairy cows. *Animal Reproduction Science*. 84 (3 – 4). 239 – 255.
- Kocks. J. E. M., Broekhuijse, M. L. W. J. 2014.** The practical use of density of whole bull semen to determine the volume of an ejaculate at AI laboratories. *Animal Reproduction Science*. 146 (3 – 4). 98 – 102.
- Krpálková, L., Kvapilík, J., Burdych, J. 2014a.** Vliv odchovu jalovic a užitkovosti stáda na vybrané ukazatele. *Náš chov*. 74 (9). 67 – 71.
- Krpálková, L., Cabrera, V. E., Vacek, M., Štípková, M., Stádník, L., Crump, P. 2014b.** Effect of prepubertal and postpubertal growth and age at first calving on production and reproduction traits during the first 3 lactations in Holstein dairy cattle. *Journal of Dairy Science*. 97 (5). 3017 – 3027.
- Krpálková, L., Štípková, M. 2014.** Intenzita růstu holštýnských jalovic a následná výkonnost. *Náš chov*. 74 (3). 19 – 24.
- Kvapilík, J., Krpálková, L., Burdych, J. 2013.** Zootechnické ukazatele odchovu jalovic. *Náš chov*. 73 (2). 23 – 26.
- Le Cozler, Y., Peyraud, J. L., Troccon, J. L. 2009.** Effect of feeding regime, growth intensity and age at first insemination on performances and longevity of Holstein heifers born during autumn. *Livestock Science*. 124 (1 – 3). 72 – 81.
- Louda, F., Vaněk, D., Ježková, A., Stádník, L., Bjelka, M., Bezdíček, J., Pozdíšek, J. 2008.** Uplatnění biologických zásad při řízení reprodukce plemenic. Výzkumný ústav pro chov skotu, s.r.o. Rapotín. 56 s. ISBN 978-80-87144-05-3.
- Lyashenko, A. 2015.** Effect of different thawing procedures on the quality and fertility of the bull spermatozoa. *Asian Pacific Journal of Reproduction*. 4 (1). 17 – 21.

- Majic Balić, I., Milinković-Tur, S., Samardžija, M., Vince. S. 2012.** Effect of age and environmental factors on semen quality, glutathione peroxidase activity and oxidative parameters in simmental bulls. *Theriogenology*. 78 (2). 423 - 431.
- Mallory, D. A., Lock, S. L., Woods, D. C., Poock, S. E., Patterson, D. J. 2013.** Comparison of sex-sorted and conventional semen within a fixed-time artificial insemination protocol designed for dairy heifers. *Journal of Dairy Science*. 96 (2). 854 – 856.
- Manafi, M. 2011.** Artificial insemination in farm animals. In *Tech. Rijeka*. p. 312. ISBN 978-953-307-312-5.
- Marvan, F. 2007.** Morfologie hospodářských zvířat. Brázda. Praha. 303 s. ISBN 978-80-213-1658-4.
- Mudřík Z., Doležal P., Koukal P. 2006.** Základy moderní výživy skotu. ČZU. Praha. 276 s. ISBN 80-213-1559-8.
- Nebel, R. L., Dransfield, M. G., Jobst, S. M., Bame, J. H. 2000.** Automated electronic systems for the detection of oestrus and timing of AI in cattle. *Animal Reproduction Science*. 60 – 61. s. 713 – 723.
- Nehasilová, D. 2007.** Věk jalovic při prvním otelení [online]. ÚZEI. 17.1.2007 [cit. 2016-01-20]. Dostupné na <<http://www.agronavigator.cz/default.asp?ch=1&typ=1&val=55120&ids=0>>.
- Nevoral, J., Žalmanová, T., Vochomůrková, E., Petr, J. 2015.** Sexování spermií hospodářských zvířat. *Náš chov*. 75 (4). 19 – 22.
- Palmer, C. W., Barth, A. D. 2003.** Comparison of the BullMate™ sperm quality analyzer with conventional means of assessing the semen quality and breeding soundness of beef bulls. *Animal Reproduction Science*. 77 (3 – 4). 173 – 185.
- Palmer, C. W., Brito, L. F. C., Arteaga, A. A., Söderquist, L., Persson, Y., Barth, A. D. 2005.** Comparison of electroejaculation and transrectal massage for semen collection in range and yearling feedlot beef bulls. *Animal Reproduction Science*. 87 (1 – 2). 25 – 31.
- Palmer, M. A., Olmos, G., Boyle, L. A., Mee, J. F. 2010.** Estrus detection and estrus characteristics in housed and pastured Holstein–Friesian cows. *Theriogenology*. 74 (2). 255 – 264.
- Pankaj, P. K., Raina, V. S., Roy, B., Mohanty, T. K., Mishra, A. 2007.** Studies on effect of vaccination on seminal characteristics of riverine buffaloes (*Bubalus Bubalis*). *Buffalo Bullerin*. 26 (3). 91 – 103.
- Parish, J. A., Larson, J. E. 2016.** Artificial Insemination Programs for Cattle. Mississippi State Univesity. Starkville. 2628 (POD-01-16).

- Parr, M. H., Crowe, M. A., Lonergan, P., Evans, A. C. O., Fair, T., Diskin, M. G. 2015.** The concurrent and carry over effects of long term changes in energy intake before insemination on pregnancy per artificial insemination in heifers. *Anima Reproduction Science*. 157. 87 – 94.
- Perez-Marin, C. C. 2012.** A Bird's-Eye View of Veterinary Medicine. In Tech. Rijeka. p. 626. ISBN: 978-953-51-0031-7.
- Roelofs, J., López-Gatius, F., van Eerdenburg, F. J. C. M., Hazen, Ch. 2010.** When is a cow in estrus? Clinical and practical aspects. *Theriogenology*. 74 (3). 327 – 344.
- Rorie, R. W., Bilby, T. R., Lester, T. D. 2002.** Application of electronic estrus detection technologies to reproductive management of cattle. *Theriogenology*. 57 (1). 137- 148.
- Říha, J., Jakubec, V., Jílek, F., Illek, J., Kvapilík, J., Hanuš, O., Čermák, V. 2004.** Reprodukce v procesu šlechtění skotu, ACHMP. Rapotín, 2. vydání. 144 s. ISBN 80-903143-5-X.
- Sadler, T. W. 2011.** Langmanova lékařská embryologie. Grada Publishing, a.s. Praha. 432 s. ISBN 978-80-247-2640-3.
- Sales, J. N. S., Neves, K. A. L., Souza, A. H., Crepaldi, G. A., Sala, R. V., Fosado, M., Campos Filho, E. P., de Faria, M., Sá Filho, M. F., Baruselli, P. S. 2011.** Timing of insemination and fertility in dairy and beef cattle receiving timed artificial insemination using sex-sorted sperm. *Theriogenology*. 76 (3). 427 – 435.
- SAS Institute Inc. (2011):** SAS/STAT® 9.3 User's Guide. Cary, NC: SAS Institute Inc.
- Seidel, G.E. 2007.** Overview of sexing sperm. *Theriogenology*. 68 (3). s. 443-446.
- Seidel, G.E. 2009.** Sperm sexing technology—The transition to commercial application: An introduction to the symposium “Update on sexing mammalian sperm”. *Theriogenology*. 71 (1). s. 1-3.
- Shahverdi, A., Rastegarnia, A., Topraggaleh, T. R. 2014.** Effect of Extender and Equilibration Time on Post Thaw Motility and Chromatin Structure of Buffalo Bull (*Bubalus Bubalis*) Spermatozoa. *Cell Journal*. 16 (3). 279 – 288.
- Shamay, A., Werner, D., Moallem, U., Barash, H., Bruckental, I. 2005.** Effect of Nursing Management and Skeletal Size at Weaning on Puberty, Skeletal growth Rate and Milk Production During First Lactation of Dairy Heifers. *Journal of Dairy Science*. 44. 1460 – 1469.
- Sharpe, J. C., Evans, K. M. 2009.** Advances in flow cytometry for sperm sexing. *Theriogenology*. 71 (1). s. 4-10.

- Schhs – Svaz chovatelů holštýnského skotu ČR. 2009.** Lineární popis a hodnocení zevnějšku krav holštýnského plemene: metodika. s. 22.
- Skládanka, J., Doležal, O., Hegedüsová, Z., Holásek, R., Chládek, G., Kopec, T., Kropsch, M., Kučera, J., Kvapilík, J., Orner-Sxhrock, E., Ondráková, M., Strapák, P. 2014.** Chov strakatého skotu. Mendelova univerzita v Brně. Brno. 268 s. ISBN 978-80-7509-258-8.
- Staněk, S., Malá, G., Illek, J., Burdych, J., Kořínek, J. 2013.** Farmářský den – VÝZKUM PRAXI. Výzkumný ústav živočišné výroby, v.v.i. Praha Uhřetěves. 28 s. ISBN 978-80-7403-115-1.
- Sylla, L., Palombi, C., Stradaoli, G., Vagniluca, A., Monaci, M. 2015.** Effect of semen collection by transrectal massage of accessory sexual glands or artificial vagina on the outcome of breeding soundness examinations of Italian yearling beef bulls. Theriogenology. 83 (5). 779 – 785.
- Šefrová, J., Štípková, M., Matějčíková, J., Krejčová, M. 2011.** Vliv růstu jalovic na jejich následné užitkové vlastnosti. Náš chov. 71 (6). 20 – 22.
- Underwood, S. L., Bathgate, R., Ebsworth, M., Maxwell, W. M. C., Evans, G. 2010.** Pregnancy loss in heifers after artificial insemination with frozen-thawed, sex-sorted, re-frozen-thawed dairy bull sperm. Animal Reproduction Science. 118 (1). 7 – 12.
- Vacek, M., Krpálková, L., Zink, V., Janecká, M. 2012.** Metodika řízení odchovu a reprodukce jalovic holštýnského plemene z hlediska celkové rentability chovu dojníc. Výzkumný ústav živočišné výroby, v.v.i. Praha Uhřetěves. 32 s. ISBN 978-80-7403-107-6.
- Vacek M., Kubešová M. 2009.** Využití BCS při řízení reprodukce u holštýnských krav: certifikovaná metoda. Výzkumný ústav živočišné výroby, v.v.i. Praha Uhřetěves. 15 s. ISBN 978-80-7403-050-5.
- Věžník, Z., Přinosilová, P., Zajícová, A. 2009.** Stanoví membránové rezistence spermií kance modifikovaným testem HOS. Research in pig breeding. 3 (2). 44 – 47.
- Vishwanath, R., Shannon, P. 2000.** Storage of bovine semen in liquid and frozen state. Animal Reproduction Science. 62 (1 – 3). 23 – 53.
- Xu, J., Chaubal, S. A., Du, F. 2009.** Optimizing IVF with sexed sperm in cattle. Theriogenology. 71 (1). 39-47.
- Zeman, L., Doležal, P., Kopřiva, A., Mrkvicová, E., Procházková, J., Ryant, P., Skládanka, J., Straková, E., Suchý, P., Veselý, P., Zelenka, P. 2006.** Výživa a krmení hospodářských zvířat, Profi Press, Praha, 359 s. ISBN 80-86726-17-7.

9 Seznam použitých zkratek a symbolů

SRN – Spolková republika Německo

USA – United States of Amerika, Spojené státy americké

Čmsch – Českomoravský společnost chovatelů, a.s.

Schhs – Svaz chovatelů holštýnského skotu ČR

Fleckvieh – plemeno skotu s kombinovanou užitkovostí

GnRH – gonadotropin releasing hormon

FSH – folikulostimulační hormon

LH – luteinizační hormon

PGF_{2α} – prostaglandin F_{2α}

CL – *corpus luteum*, žluté tělísko

PGA, PGE – prostaglandin A, E

AI – artificial insemination, umělá inseminace

H100 – čistokrevný holštýnský skot (100 %)

C100 – čistokrevný český strakatý skot (100 %)

C50H50 – 50 % český strakatý skot a 50 % holštýnský skot

8 Přílohy

Tab. 6 Frekvence zastoupení čistokrevných plemen a jejich kříženců

Plemeno	frekvence	%	kumulativní frekvence	kumulativní %
C100	81	10,10	81	10,10
C50H50	61	7,61	142	17,71
C76R24	2	0,25	144	17,96
C77R23	2	0,25	146	18,20
C78R22	4	0,50	150	18,70
C79R21	6	0,75	156	19,45
C80A20	3	0,37	159	19,83
C80R20	3	0,37	162	20,20
C81A19	1	0,12	163	20,32
C81R19	6	0,75	169	21,07
C82A18	2	0,25	171	21,32
C82R18	2	0,25	173	21,57
C83A17	7	0,87	180	22,44
C83R17	3	0,37	183	22,82
C84A16	3	0,37	186	23,19
C84R16	1	0,12	187	23,32
C85R15	3	0,37	190	23,69
C86R14	3	0,37	193	24,06
C87R13	2	0,25	195	24,31
C88R12	11	1,37	206	25,69
CI100	1	0,12	207	25,81
E50H50	1	0,12	208	25,94
E50H50M	1	0,12	209	26,06
H100	485	60,47	694	86,53
H56C44	11	1,37	705	87,91
H57C43	3	0,37	708	88,28
H58C42	7	0,87	715	89,15
H59C41	2	0,25	717	89,40
H60C40	4	0,50	721	89,90
H61C39	15	1,87	736	91,77
H62C38	9	1,12	745	92,89
H63C37	8	1,00	753	93,89
H64C36	16	2,00	769	95,89
H65C35	10	1,25	779	97,13
H67C33	5	0,62	784	97,76
H68C32	1	0,12	785	97,88
H75J25	2	0,25	787	98,13
H75X25	3	0,37	790	98,50
H78C22	5	0,62	795	99,13
H82C18	1	0,12	796	99,25
J50H50	6	0,75	802	100,00

Tab. 7 Základní statistická charakteristika reprodukce podle měsíců inseminace

měsíc inseminace	proměnná	n	$\bar{x}$	s	min.	max.	s.e.	V (%)
Leden	výsledek inseminace	96	58,33	49,56	0	100	5,06	84,96
	pořadí inseminace	100	1,9	1,15	1	6	0,12	60,54
Únor	výsledek inseminace	76	64,47	48,18	0	100	5,53	74,72
	pořadí inseminace	77	2	1,38	1	8	0,16	68,82
Březen	výsledek inseminace	74	71,62	45,39	0	100	5,28	63,38
	pořadí inseminace	75	1,59	0,99	1	6	0,11	62,25
Duben	výsledek inseminace	72	61,11	49,09	0	100	5,79	80,33
	pořadí inseminace	73	1,56	0,96	1	5	0,11	61,30
Květen	výsledek inseminace	61	68,85	46,69	0	100	5,98	67,82
	pořadí inseminace	63	1,52	0,80	1	5	0,10	52,52
Červen	výsledek inseminace	48	58,33	49,82	0	100	7,19	85,41
	pořadí inseminace	50	1,92	1,23	1	6	0,17	63,87
Červenec	výsledek inseminace	81	65,43	47,86	0	100	5,32	73,14
	pořadí inseminace	83	1,67	1,07	1	7	0,12	64,01
Srpen	výsledek inseminace	83	62,65	48,67	0	100	5,34	77,68
	pořadí inseminace	85	1,49	0,80	1	4	0,09	53,29
Září	výsledek inseminace	55	45,45	50,25	0	100	6,78	110,55
	pořadí inseminace	76	1,51	0,81	1	5	0,09	53,41
Říjen	výsledek inseminace	87	40,23	49,32	0	100	5,29	122,60
	pořadí inseminace	110	1,55	0,85	1	4	0,08	55,18
Listopad	výsledek inseminace	77	45,45	50,12	0	100	5,71	110,26
	pořadí inseminace	110	1,59	0,90	1	5	0,09	56,67
Prosinec	výsledek inseminace	83	40,96	49,48	0	100	5,43	120,78
	pořadí inseminace	86	1,77	1,07	1	6	0,12	60,55

n = počet pozorování, $\bar{x}$ = průměr, s = směrodatná odchylka, min. = minimum, max. = maximum, s.e. = střední chyba aritmetického průměru, V (%) = variační koeficient

Tab. 8 Základní statistická charakteristika reprodukce podle roku inseminace

Rok inseminace	proměnná	n	$\bar{x}$	s	min.	max.	s.e.	V (%)
2013	výsledek inseminace	239	52,72	50,03	0	100	3,24	94,90
	pořadí inseminace	244	1,66	0,97	1	6	0,06	58,01
2014	výsledek inseminace	385	55,58	49,75	0	100	2,54	89,51
	pořadí inseminace	401	1,76	1,13	1	8	0,06	64,19
2015	výsledek inseminace	269	61,71	48,70	0	100	2,97	78,92
	pořadí inseminace	343	1,57	0,90	1	6	0,05	57,20

n = počet pozorování, $\bar{x}$ = průměr, s = směrodatná odchylka, min. = minimum, max. = maximum, s.e. = střední chyba aritmetického průměru, V (%) = variační koeficient

Tab. 9 Základní statistická charakteristika reprodukce podle typu inseminační dávky

typ ID	proměnná	n	$\bar{x}$	s	min.	max.	s.e.	V (%)
konvenční	výsledek inseminace	492	68,50	46,50	0	100	2,10	67,89
	pořadí inseminace	551	1,99	1,20	1	8	0,05	60,17
sexované	výsledek inseminace	401	42,14	49,44	0	100	2,47	117,31
	pořadí inseminace	437	1,26	0,47	1	4	0,02	37,65

typ ID = typ inseminační dávky, n = počet pozorování, $\bar{x}$ = průměr, s = směrodatná odchylka, min. = minimum, max. = maximum, s.e. = střední chyba aritmetického průměru, V (%) = variační koeficient

Seznam příloh

Tab. 6 **Frekvence zastoupení čistokrevných plemen a jejich kříženců**

Tab. 7 **Základní statistická charakteristika reprodukce podle měsíců inseminace**

Tab. 8 **Základní statistická charakteristika reprodukce podle roku inseminace**

Tab. 9 **Základní statistická charakteristika reprodukce podle typu inseminační dávky**