

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra chovu hospodářských zvířat



**Fakulta agrobiologie,
potravinových a přírodních zdrojů**

Současný management reprodukce chovu skotu

Bakalářská práce

Menclová Eliška

Chov hospodářských zvířat

Ing. Jaromír Ducháček, Ph.D.

© 2024 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

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

V Praze dne 16.04.2024

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala vedoucímu své bakalářské práce, panu Ing. Jaromíru Ducháčkovi, Ph.D., za ochotu a odborné vedení při vypracování bakalářské práce a za čas, který mi věnoval.

Současný management reprodukce chovu skotu

Souhrn

V bakalářské práci byly shromážděny informace o současném managementu reprodukce skotu spojené s využitím moderních technologií.

V první části byla definována plodnost a reprodukce. V kapitole o reprodukci byly popsány jednotlivé dospělosti skotu, anatomie a fyziologie samičích pohlavních orgánů. Podrobněji byl také popsán pohlavní cyklus a jeho fáze. Další část „Hormonální řízení pohlavního cyklu“ byla zaměřena na důležité hormony vzhledem k jednotlivým fázím cyklu.

Dále k tématu této bakalářské práce byla sepsaná část o reprodukčních ukazatelích s ideálními hodnotami, které jsou důležité k úspěšnému managementu. Reprodukční ukazatele byly jednotlivě rozděleny a stručně vysvětleny.

V práci byla také uvedena část o plemenitbě, dále rozdělena na podkapitoly o přirozené plemenitbě a umělé inseminaci. Přirozená plemenitba využívána především u extenzivně chovaného skotu nepřináší tolik výhod jako umělá inseminace, proto byly další části věnované pouze umělé inseminaci. Technika umělé inseminace a uchovávání inseminačních dávek bylo nedílnou součástí kapitoly. Následně byly uvedeny vybrané faktory ovlivňující reprodukci, které byly specifikovány na vnitřní a vnější, kdy mezi vnitřní byl zařazen výživný stav, mléčná užitkovost a zdravotní stav. U vnějších faktorů byla popsána výživa, stres a technologie ustájení.

Práce je zaměřená také na říji a metody detekce říje. Popsány byly projevy a chování říjících se plemenic v průběhu říjového cyklu. Následující kapitola byla věnována detekci říje rozdělena na dříve využívanou vizuální detekci a moderní technologie. Úspěšnost inseminace nám prokážou metody diagnostiky březosti, které byly zde shrnuté a popsané.

Cílem této bakalářské práce je přiblížení problematiky managementu reprodukce skotu. Nicméně v budoucnosti by mohly být moderní technologie více zakomponovány do chovu skotu. Používání těchto technologií se stane nezbytností, protože šlechtění mléčného skotu dosahuje nových úrovní. Například vizuální detekce říje u vysokoprodukčních dojnic už nemusí být tak jednoduchá jako dříve. Tato evoluce v managementu reprodukce naznačuje, že moderní chovatelé budou muset více než kdy jindy spoléhat na technologické inovace a datovou analýzu.

Klíčová slova: zabřezávání, dojnice, mezidobí, hodnocení aktivity, estrus

Current management of cattle reproduction

Summary

In the bachelor thesis, information on the current management of cattle reproduction associated with the use of modern technologies was collected. In the first part, fertility and reproduction were defined. In the chapter on reproduction, the different maturity stages of cattle, anatomy and physiology of female reproductive organs were described. The sexual cycle and its phases were also described in detail. The next section "Hormonal control of the sexual cycle" focused on the important hormones in relation to the different phases of the cycle. Further to the topic of this bachelor thesis, a section on reproductive indicators with ideal values that are important for successful management was written. The reproductive indicators were individually divided and briefly explained. A section on breeding was also given in the thesis, further divided into sub-sections on natural breeding and artificial insemination. Natural breeding, used mainly in extensively reared cattle, does not bring as many advantages as artificial insemination, therefore the other sections were devoted only to artificial insemination. The technique of artificial insemination and the storage of insemination doses were an integral part of the chapter. Subsequently, the selected factors affecting reproduction were specified as intrinsic and extrinsic, where intrinsic included nutritional status, milk yield and health status. For external factors, nutrition, stress and housing technology were described. Furthermore, the work focused on estrus and methods of estrus detection. Manifestations and behaviour of the estrus breeders during the estrus cycle were described. The following chapter was devoted to estrus detection divided into previously used visual detection and modern technologies. The success of insemination will be demonstrated by the methods of pregnancy diagnosis that have been summarized and described here.

The aim of this bachelor thesis is to present the management of cattle reproduction. However, in the future modern technologies could be more integrated into cattle breeding. The use of these technologies will become a necessity as dairy cattle breeding reaches new levels. For example, the visual detection of estrus in high-producing dairy cows may not be as easy as it used to be. This evolution in reproductive management suggests that modern farmers will need to rely more than ever on technological innovation and data analytics.

Keywords: lactation, dairy cow, inter-period, activity evaluation, estrus

Obsah

1 Úvod	8
2 Cíl práce.....	9
3 Literární rešerše.....	10
3.1 Plodnost skotu	10
3.2 Reprodukce skotu	10
3.2.1 Dospělosti	10
3.2.1.1 Pohlavní dospělost.....	10
3.2.1.2 Chovatelská dospělost.....	11
3.2.1.3 Tělesná dospělost	11
3.3 Anatomie a fyziologie samičích pohlavních orgánů.....	12
3.3.1 Vnější pohlavní orgány	12
3.3.2 Vnitřní pohlavní orgány.....	13
3.4 Pohlavní cyklus.....	15
3.4.1 Fáze pohlavního cyklu	15
3.4.2 Hormonální řízení pohlavního cyklu	17
3.5 Ukazatelé reprodukce	19
3.5.1 Inseminační interval.....	19
3.5.2 Servis perioda	20
3.5.3 Inseminační index	20
3.5.4 Zabřezávání po 1. inseminaci a po všech inseminacích	21
3.5.5 Mezidobí	21
3.5.6 Natalita krav.....	22
3.5.7 Počet odchovaných telat od 100 krav	22
3.5.8 Interinseminační intervaly	22
3.6 Způsoby plemenitby.....	23
3.6.1 Přirozená plemenitba	23
3.6.2 Umělá inseminace.....	25
3.6.2.1 Historie a definice umělé inseminace.....	25
3.6.2.2 Inseminační dávky a kryokonzervace	25
3.6.2.3 Technika umělé inseminace	27

3.7	Faktory ovlivňující reprodukci.....	28
3.7.1	Vnitřní faktory	28
3.7.1.1	Výživný stav	28
3.7.1.2	Mléčná užitkovost	29
3.7.1.3	Zdravotní stav	29
3.7.2	Vnější faktory	29
3.7.2.1	Výživa	29
3.7.2.2	Stres	30
3.7.2.3	Technologie ustájení.....	30
3.8	Říje.....	30
3.8.1	Projevy a chování	31
3.8.2	Metody detekce říje	32
3.8.2.1	Vizuální detekce	32
3.8.2.2	Moderní technologie k detekci říje.....	32
3.8.3	Metody synchronizace říje.....	35
3.9	Březost dojnic	36
3.9.1	Diagnostika březosti	36
4	Závěr	39
5	Seznam použité literatury	40

1 Úvod

Management reprodukce u krav sestává ze tří základních faktorů: detekce říje, inseminace a detekce březosti. Detekce říje je jedním z nejdůležitějších faktorů, který ovlivňuje reprodukční výkonnost, a to především na farmách, kde se využívá umělá inseminace. Vztah plodnosti a mléčné užitkovosti není jednoznačný, nevyhovující reprodukce ve stádě není primárně ovlivněna mléčnou užitkovostí, ale také důsledkem neadekvátní výživy a pravděpodobně i chyb v celkovém managementu chovu (Ježková 2018). Reprodukční výkonnost krav je klíčový faktor ovlivňující ekonomiku chovu a tím pádem i jeho rozvoj (Šichtář 2018). Nárůst využití moderních technologií, zvětšování stáda a odstranění kvót pomáhá při řízení reprodukce plemenic (Crowe et al. 2018). Pokrok v zemědělských technologiích spolu s rozšířenými informacemi a komunikací otevřel novou éru založenou na datech. Komunikaci založenou na datech lze využít kdykoliv, kdekoliv a kýmkoliv, a poskytnout tak cíleným zvířatům individuální identitu a virtuální „osobnost“. Mohou sloužit jako spolehlivý zdroj informací pro zachování dobrých životních podmínek zvířat (Singh et al. 2021). Existuje řada klíčových oblastí pro zlepšení řízení plodnosti. Řadíme sem např. nakládání se značnými objemy dat, genetická selekce, nutriční management, kontrola infekčních chorob, řízení reprodukce (automatizované systémy pro zlepšení řízení reprodukce), synchronizace říje nebo rychlá diagnostika březosti (Crowe et al. 2018).

2 Cíl práce

Cílem bakalářské práce je vytvoření literárního přehledu současného managementu reprodukce dojného skotu. Kromě biologických zákonitostí je popsána i aktuální úroveň reprodukce, a to včetně veškerých ukazatelů zabřezávání. Dílčím cílem je popsání aktuálních a potenciálních způsobů hodnocení reprodukce s přesahem do moderního řízení stáda.

3 Literární rešerše

3.1 Plodnost skotu

Plodnost je základní biologická a užitková vlastnost skotu. Pod pojmem plodnost rozumíme schopnost produkovat životaschopné potomstvo, které se realizuje produkcí pohlavních buněk a oplozením vajíčka, dále poté porodem telete. Může se považovat za nadřazenou užitkovou vlastnost oběma hlavními užitkovými vlastnostem – mléčné a masné. V důsledku toho plodnost významným způsobem ovlivňuje ekonomiku chovu (Louda et al. 2008). Plodnost jako jediná vlastnost je nejvíce ovlivňována přírodní selekcí. Vzhledem k tomu, že plodná zvířata poskytují více potomků a tím mají dominující postavení při dalším doplnění stáda, přičemž dochází k eliminaci neplodnosti (Říha et al. 2004). Dle Ghiasi (2015) se jedná o komplexní znak ve stádech dojnic, který je potřeba pozorovat a jeho výsledky náležitě zaznamenávat. Mezi pozorovatelné znaky patří například počet inseminací do zabřeznutí, mezidobí, inseminační interval, délka březosti, úspěšnost zabřezávání po první inseminaci a mnoho dalších. Špatná plodnost vede ke ztrátám. To znamená, že stádo má vyšší náklady na odpisy stáda a pomaleji dosahuje chovatelských cílů (Esslemont & Kassaibati 2000). Plodnost má nízkou dědičnost, proto konvenční metody genetické selekce mají omezenou schopnost zlepšit genetický pokrok. Dědičnost reprodukčních znaků se pohybuje od 0,04 (inseminační interval) do 0,23 (servis perioda) (Chebel & Ribeiro 2016).

3.2 Reprodukce skotu

Základním ukazatelem dobré reprodukce je stav, kdy se nám jalovice raných plemen otelí ve stáří kolem 24 měsíců a za život od jedné krávy dostaneme 4 až 6 telat při plnohodnotných laktacích. Hodnota mezidobí by se měla pohybovat v rozmezí 365 až 395 dní a při vyřazování plemenic z důvodu poruchy plodnosti se pohybujeme kolem 10 až 15 % z celkového počtu brakovaných plemenic (Burdych et al. 2022). Reprodukce přímo ovlivňuje dojivost na den produkce a na den života. Ovlivňuje také další ekonomické důležité aspekty stáda dojnic jako je genetický pokrok (Esslemont & Kassaibati 2000). Cíle pro reprodukční výkonnost by měly být specifikovány pro konkrétní stádo a údaje pro monitorování vývoje zabřezávání by měly být nejen často hlášeny, ale také shromažďovány a analyzovány (Sheldon et al. 2006).

3.2.1 Dospělosti

3.2.1.1 Pohlavní dospělost

Období, kdy jedinci obou pohlaví začínají vlivem endokrinologických změn v organismu produkovat zralé a oplození schopné samčí nebo samičí pohlavní buňky nazýváme pohlavní dospělost. Proces je pozvolný, trvá určité časové období, je mimo jiné doprovázen řadou změn v chování a utváření zevnějšku, a nazývá se pubertou (Louda et al. 2008). Pohlavní dospělost skotu se dostavuje už ve věku 7 až 10 měsíců. V tomto věku nejsou jalovice dostatečně tělesně dospělé k zapouštění. Všeobecně platí zásada, že jalovice se mohou poprvé zapustit při dosažení 2/3 živé hmotnosti dospělé krávy (Brestenský et al. 2015). Dle Jakubce et al. (2010) raná pohlavní dospělost u jalovic je korelována pozitivně s produkcí mléka, s raným

ukládáním tuk a negativně s tělesným rámcem a růstem svaloviny. Dojná plemena (brown swiss, holstein, jersey) docilují obecně pohlavní dospělosti dříve než plemena masná (Říha et al. 2004). Duittoz et al. (2023) uvádí, že u skotu je dědičnost věku dosažení puberty střední až vysoká v závislosti na plemeni a systémech chovu.

3.2.1.2 Chovatelská dospělost

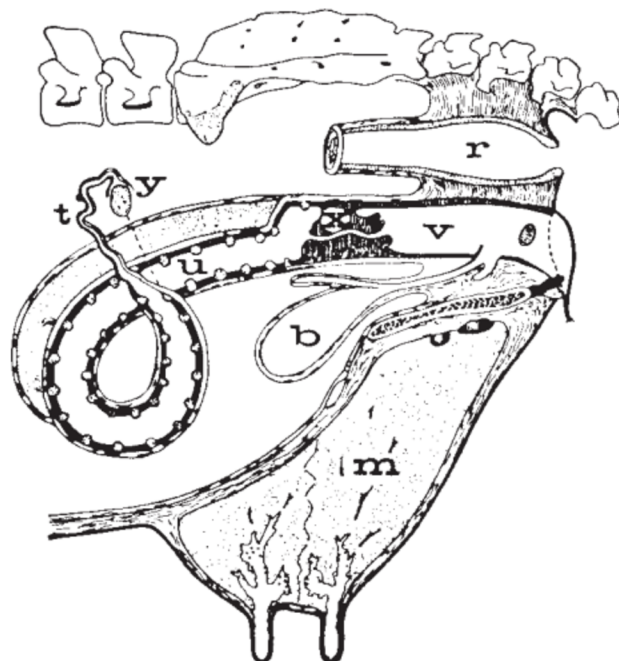
Chovatelská dospělost je věk, kdy lze býky a jalovice využít poprvé k plemenitbě bez negativního vlivu na dokončení jejich růstu a vývinu (Louda et al. 2008). Primárně je určena hmotností jalovic, tělesným rámcem a pomocným kritériem je věk při prvním zapuštění (Strapák et al. 2013). Louda et al. (2008) uvádí, že nástup chovatelské dospělosti je závislý na plemenné příslušnosti, úrovni výživy i managementu chovu. Jalovice se připouštějí po dosažení 60-65% tělesné hmotnosti v dospělosti (Strapák et al. 2013). Zároveň by jalovice při zařazení do reprodukce měla být v optimální kondici 3,5 – 3,75 bodů (Rysová 2017). Od býků lze získat první ejakuláty ve věku 10-12 měsíců, do plemenitby jsou ale zařazovány po základním výběru ve 14-15 měsíců (Strapák et al. 2013). Svaz chovatelů českého strakatého skotu (2024) uvádí věk při prvním zapuštění našeho kombinovaného plemene v rozmezí 16-18 měsíců, při hmotnosti 420-450 kg. Strapák et al. (2013) uvádí u holštýnského skotu (dojné plemeno) věk jalovic při prvním zapuštění ve 14-15 měsíců, kdy dosahují 380-450 kg.

3.2.1.3 Tělesná dospělost

Tělesná dospělost je charakterizovaná dokončením tělesného růstu a vývoje všech orgánů zvířete. Tělesné rozměry se již nezvětšují, mění se pouze v závislosti na výživném stavu. Skot tělesné dospělosti dosahuje ve 4-6 letech věku (Louda et al. 2008). V tomto stádiu dosahují nejvyšší výkonnosti a užitkovosti (Bouška et al. 2006). Tělesnou dospělost ukončuje růst dlouhých kostí (srůst epifýzy s diafýzou) a ukončení výměny mléčného trupu za trvalý. Primitivní plemena (např. skotský náhorní skot) dospívají, oproti výkonným mléčným a kombinovaným plemenům, pohlavně i tělesně o rok později (Strapák et al. 2013).

3.3 Anatomie a fyziologie samičích pohlavních orgánů

Pohlavní ústrojí plemence (obrázek č. 1 a 2) zajišťuje základní rozmnožovací funkce, tvorbu pohlavních buněk – vajíček, hormonů, proces oplození, vývoj embrya a plodu až do vlastního porodu (Louda et al. 2007).

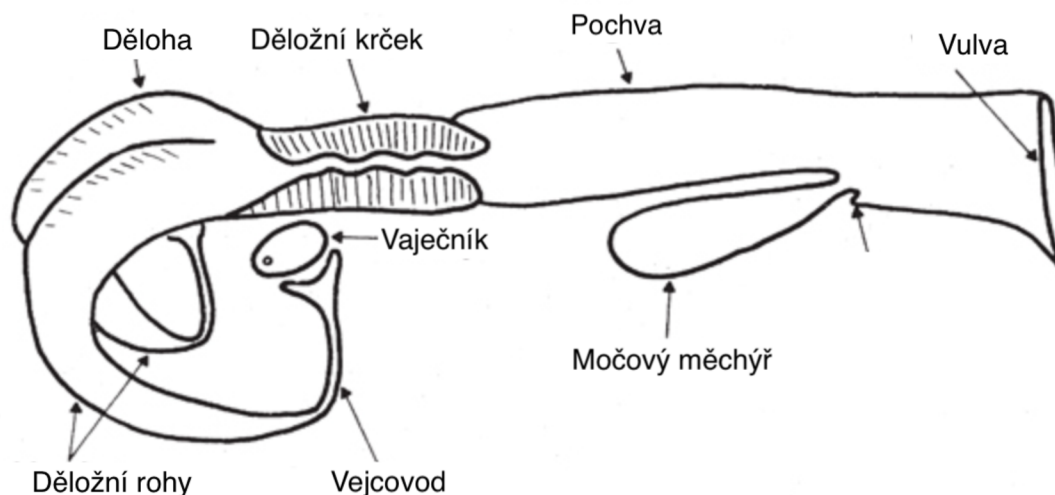


Obrázek č. 1 Uložení samičích pohlavních orgánů – laterální pohled. b – močový měchýř, m – mléčná žláza, r – konečník, t – vejcovod, u – děloha, v – pochva, x – děložní čípek, y – vaječník (Frandsen et al. 2009)

3.3.1 Vnější pohlavní orgány

Vulva je vstup do pohlavních cest samice a je tvořena dvěma stydkými pysky, ohraničujícími stydkou šterbinu (Burdych et al. 2022). Vulva je umístěna pod řitním otvorem, ve stydké šterbině přechází ve sliznici poševní předsíně (Louda 2007). Na ventrální spojnici se nachází klitoris, který je díky mnoha nervovým zakončení citlivý na dotyk (Burdych et al. 2022). Klitoris je homologem penisu u samců (Lofstendt 2014). Vulva umožňuje vstup penisu býka (nebo inseminační pipety) při plemenitbě a vypuzení telete při porodu (Ball & Peters 2004).

Na vulvu navazuje poševní předsíň, která je krátká, končí vyústěním močové trubice a přechází v pochvu. U krávy poševní předsíň měří 10-15 cm (Musilová 2019). Ve stěnách jsou uloženy četné žlázy produkující zvlhčující sekret. Vůlí ovladatelný svalový svěrač se nachází na vnější straně stěny. Na rozhraní mezi poševní předsíní a pochvou je u samic, které nebyly zatím připuštěny tzv. panenská blána (*hymen*). Její protržení při první inseminaci je u krav doprovázeno krvácením (Burdych et al. 2022).



Obrázek č. 2 Schéma reprodukčního traktu dojnice (Turner 2014)

3.3.2 Vnitřní pohlavní orgány

Pochva se nachází mezi kaudálním okrajem děložního hrdla a hranicí poševní předsíně u zevního ústí močové trubice (Nabors & Linford 2021). Tvoří svalovou trubici 15-35 cm dlouhou (Louda et al. 2007). Poševní stěna je pevná a pružná, výstelka neboli vrstevnatý dlaždicový epitel, se mění v závislosti na fázi říjového cyklu. Buňky u děložního hrdla produkují hlen a jsou aktivní zejména v době říje (Ball & Peters 2004).

Bariéru mezi pochvou a dělohou tvoří děložní krček neboli *cervix*. Má velmi silnou vláknitou stěnu. Cervikální kanál je zúžený, tuhý a obvykle uzavřený, s výjimkou porodu a v období říje (Ball & Peters 2004). U skotu je často popisován při palpaci pocit „krutího krku“ (Thomas & Ellis 2021).

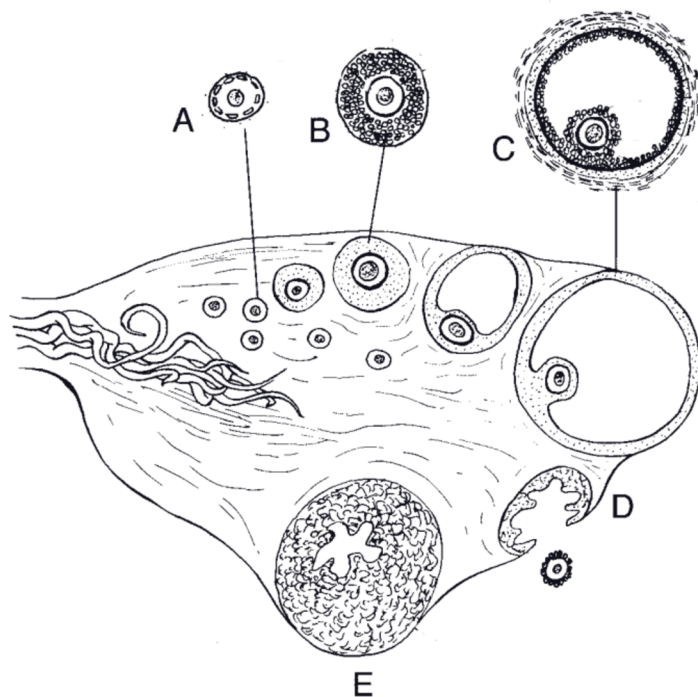
Děloha je dutý silnostěnný orgán, nachází se z části v dutině pánevní a břišní (Musilová 2019). U skotu popisujeme dělohu dvourohou (Musilová 2019). Dělohu tvoří krátké tělo (2-5 cm) a dva děložní rohy navazující dále na vejcovody (Louda et al. 2007). Děložní rohy o velikosti 35-45 cm se stáčejí podobně jako beraní rohy (Burdych et al. 2022). V každém děložním rohu se nacházejí karunkuly, jsou oválného tvaru o velikosti 10 x 10 mm a bývají uspořádané do čtyř řad, v každé řadě asi po 12. Několik karunkul se nachází i na sliznici těla dělohy, celkový počet dosahuje tedy 80-120 karunkul. V období březosti přiléhají na kotyledony na plodových obalech (Strapák et al. 2013).

Vejcovody jsou trubičkovité útvary dlouhé 25–30 cm, navazují na roh děložní a vytváří tzv. uterotubální spoj (Louda et al. 2007). Zakončené jsou nálevkou zachycující ovulované oocyty. Délka po natažení je 15-25 cm. Horní část je bohatě vystlaná řasinkami zpomalující průchod vajíčka. Právě v horní třetině vejcovodu je jediné možné místo oplození, jelikož ve spodní části nejsou řasinky a vajíčko zde postupuje rychleji (Burdych et al. 2022).

Vaječník je párová pohlavní žláza produkující pohlavní buňky (vajíčka) a pohlavní hormony (estrogeny a progesteron). Uloženy jsou v dutině břišní, laterálně od konců děložních rohů. Tvar vaječníku skotu je připodobňován plodu švestka (Musilová 2019). Mají oválný tvar a jejich velikost se mění v závislosti na fázi reprodukčního cyklu. Struktura vaječníků a vzhled

povrchu se neustále mění v cyklech růstu a regrese folikulů nebo ovulace a růstu a regrese žlutého tělíska (Ball & Peters 2004).

Vajíčka se vyvíjejí ve folikulách a folikuly jsou pojmenovány podle stádia – primární, sekundární a terciální typy (Foster 2017). Vaječník obsahuje několik tisíc drobných struktur nazývaných primární folikuly. Každý folikul se skládá ze zárodečné buňky obklopené vrstvou buněk. Tato zárodečná buňka má potenciál dozrát ve vajíčko, pokud folikul dokončí vývoj. Většina primárních folikulů se ovšem nikdy nevyvine. Většinou odumírají, jsou absorbovány vaječníkem a jsou nahrazeny nově vytvořenými primárními folikuly (Turner 2014). Ovariální folikulogeneze (obrázek č. 3) je proces, při kterém se oocyt vyvíjí ve vaječníku až do fáze ovulace. Gametogeneze a tvora folikulů začíná během vývoje plodu (Morton et al. 2023). V době narození primordiální folikuly obsahují vždy oocyt obklopený jednou vrstvou zploštělých buněk – pregranulózními buňkami. Dochází k růstu primordiálního folikulu, který je charakterizován zvýšeným růstem oocytů a proliferací pregranulózních buněk. To má za následek vytvoření primárního folikulu (obrázek č. 3–písmeno A) tvořeného oocytem obklopeným vrstvou krychlových granulózních buněk (Chinelo & Suraj 2024). Primární folikuly se vyvinou v sekundární folikuly (obrázek č. 3–písmeno B) dalším růstem oocytu a proliferací granulózních buněk. Jak folikul pokračuje v růstu v důsledku proliferace somatických buněk a zvětšení průměru oocytů, začnou se uvnitř vrstev granulózních buněk tvořit kapsy naplněné tekutinou. Tyto kapsy tekutiny se spojí do jediné dutiny zvané *antrum*, která je naplněna folikulární tekutinou obsahující živiny a faktory kritické pro konečný růst oocytů (Morton et al. 2023). Jak se folikul a dutina zvětšují, vajíčko se připojí k zadní části folikulu a dalším růstem se strana naproti vajíčku vyboulí z povrchu vaječníku a velmi se ztenčí. Jakmile folikul dosáhne zralého stavu (obrázek č. 3–písmeno C), nazývá se Graafův folikul (Turner 2014).



Obrázek č. 3 Řez vaječníkem zobrazující vznik, růst a ovulaci folikulu a vznik žlutého tělíska (Frandsen et al. 2009)

3.4 Pohlavní cyklus

Pohlavní cyklus je soubor etologických a hormonálních změn (Brestenský et al. 2015). Po dosažení pohlavní dospělosti za normálních podmínek probíhají pohlavní cykly v pravidelném intervalu po celý život vyjma období březosti a krátké doby po porodu (Hofírek et al. 2009). Kráva je polyestrické zvíře, tudíž se pohlavní cyklus pravidelně opakuje v průměru každých 21 dní u nebřezích krav, u jalovic bývá zpravidla o 1-2 dny kratší (Strapák et al. 2013). Den říje je označován jako 0. den cyklu, trvá poměrně krátkou dobu v průměru 24 hodin \pm 12 hodin. Ovulace se dostavuje po skončení říje průměrně 10-12 hodin (Louda et al. 2008). Podle změn na pohlavních orgánech a změn chování v průběhu pohlavního cyklu rozlišujeme 4 fáze:

1. Proestrus – období před říjí (19. až 21. den cyklu)
2. Estrus – říje (1. až 2. den cyklu)
3. Metestrus – období po říjí (2. až 5. den cyklu)
4. Diestrus – období mezi říjemi (6. až 19. den cyklu) (Strapák et al. 2013).

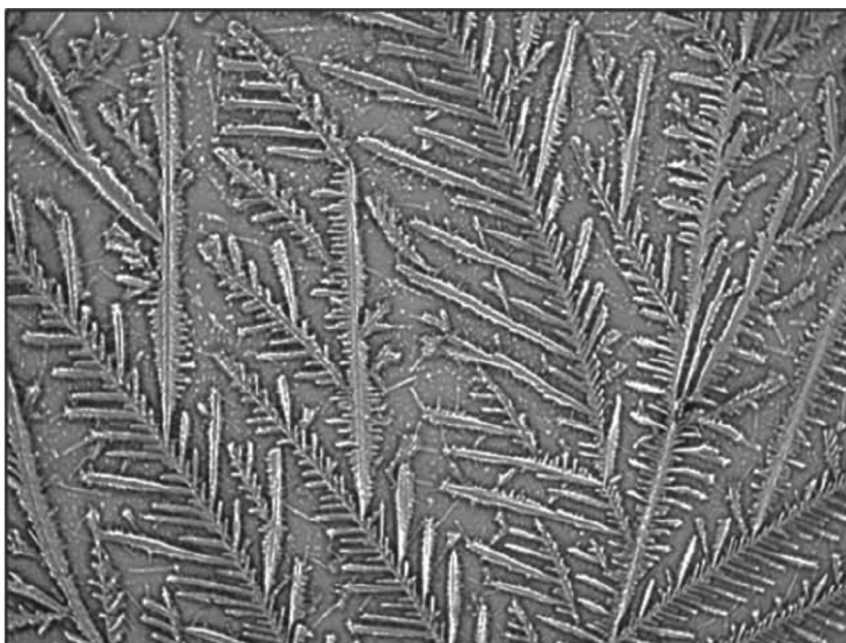
Podmínkou průběhu pohlavního cyklu je plnohodnotná funkce a vzájemná souhra všech nervových a hormonálních center řídící reprodukci (Hofírek et al. 2009).

3.4.1 Fáze pohlavního cyklu

Proestrus trvá v průměru 3 dny (Strapák et al. 2013). Na vaječniku probíhá regrese žlutého tělíska (Hofírek et al. 2009). Folikulostimulační hormon stimuluje růst folikulů a rostoucí folikul produkuje zvýšené množství estrogenů (Strapák et al. 2013). Vlivem estrogenů dochází k edematóznímu prosáknutí sliznice pohlavních orgánů. Sliznice je růžová, zvyšuje se počet buněčných vrstev poševního epitelu, zvyšuje se epitel děložní sliznice a dochází k silné proliferaci děložních žláz (Brestenský et al. 2015). Na povrchu vaječniku vystupuje rostoucí folikul jako elastická kulovitá struktura s průměrem asi 10 mm (Strapák et al. 2013). Zvyšuje se přívod krve do pohlavních orgánů, dochází ke zduření a silné proliferaci sliznic vývodných cest, uvolňuje se děložní krček a z vulvy začíná vytékat řídký hlen (Burdych et al. 2022). V děloze dochází k zástavě sekrece děložních žláz a jejich přestavbě, dále ke zvýšení tonizace a kontraktivity myometria. Děložní rohy se stáčíjí do pánve a děložní stěna nabývá tuhoelastické konzistence (Hofírek et al. 2009). Nastupují první příznaky změněného chování plemence doprovázené neklidem, ale bez ochoty k páření. Plemence se snaží skákat na jiné plemence. V tomto období ještě není vhodný čas na zapouštění (Strapák et al. 2013).

Říje – estrus představuje z chovatelského hlediska nejdůležitější fázi cyklu, kterou lze zevně detekovat a ve které je třeba zajistit zapuštění nebo inseminaci (Hofírek et al. 2009). Trvá 12-24 hodin, u jalovic je zpravidla kratší. Estrogeny produkované zralým Graafovým folikulem, jehož velikost dosahuje 15 až 25 mm podmiňují ochotu k páření – sexuální chování (Strapák et al. 2013). Při palpaci se folikul jeví jako kulatý fluktuující útvar na povrchu vaječniku. Vývodné pohlavní orgány vykazují maximální stupeň estrogenizace. Děložní rohy jsou výrazně stočené do pánve a jsou tuhoelastické konzistence. Děložní žlázy v endometriu jsou bohatě rozvětvené. Děložní krček je ochablý a pootevřený. Povrchový epitel děložního krčku produkuje cervikální hlen, který společně s hlenem žláz poševní předsíně vytéká z vulvy

ven. Typický říjový hlen je průsvitný, sklovitý, vykazující vysokou přilnavost a tažnost (Hofírek et al. 2009). Pro tuto fázi je rovněž charakteristická zvýšená kapradovitá krystalizace říjového hlenu (obrázek č. 4) při pozorování pod mikroskopem (Cortés et al. 2014). Říjový hlen krystalizuje působením estrogenů (Tsiligianni et al. 2011). Krystalizaci lze pozorovat 3-4 dny před nástupem říje, intenzivněji v době říje (Jakubec et al. 2012). Centrum sexuálního chování lokalizované v hypotalamu se společně s estrogeny podílí na intenzitě vnějších projevů říje (Strapák et al. 2013). Plemenice vykazuje příznaky heterosexuální psychické erotizace. Vyhledává ostatní plemenice v proestru, estru nebo časném metestru, kterým očichává a olizuje zád v okolí vulvy a hráze, skáče na jiná zvířata a na vrcholu říje při vzeskoku jiných zvířat stojí a vykazuje ochotu k páření. Může i často bučet (Hofírek et al. 2009). V této době se vyplavuje z adenohipofýzy luteinizační hormon (LH), který dokončuje zrání Graafova folikulu, a ke konci tohoto období dochází k ovulaci neboli prasknutí Graafova folikulu (obrázek č. 2–písmeno D) a uvolnění zralého vajíčka (Burdych et al. 2022). Ovulace nastává po odeznění vnějších příznaků říje. Nejvhodnější čas na inseminaci je 8-10 hodin po prvních příznacích říje (Frandsen et al. 2009).

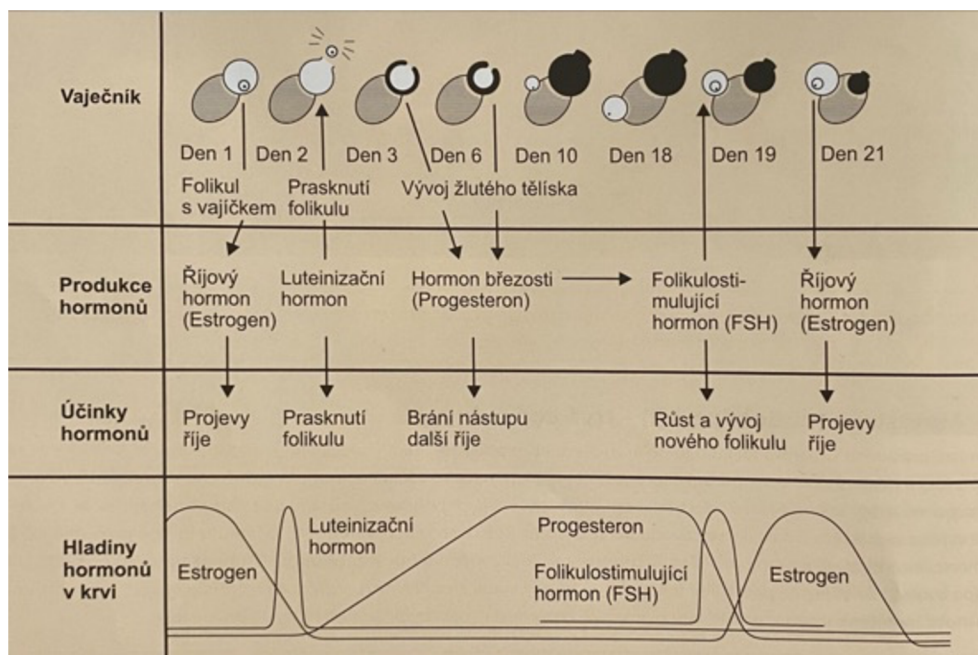


Obrázek č. 4 Typická morfologie říjového hlenu pod světelným mikroskopem (200x) připomínající kapradinový list (Cortés et al. 2014)

Konec pohlavní aktivity znamená začátek metestru neboli postovulační fáze, v níž dominuje funkce žlutého tělíska (Frandsen et al. 2009). Následuje po ovulaci od 2. do 5. dne cyklu. Toto období je charakteristické sníženou hladinou estrogenů a vysokou aktivitou luteinizačního hormonu. Na místě prasknutého Graafova folikulu začíná narůstat žluté tělísko (*corpus luteum*), které produkuje hormon progesteron (obrázek č. 3–písmeno E). Postupně mizí příznaky říje, plemenice se uklidňuje, už nenechá na sebe skákat a začíná se chovat „normálně“ (Strapák et al. 2013). Hlen vytékající z vulvy je lepkavý a může být kouřově kalný. Na vývodných pohlavních orgánech se vytrácejí příznaky estrogenizace. Kontraktilita a tonizace dělohy ustupuje. Děložní rohy jsou v menší míře stočené a zasahují hlouběji do dutiny břišní, jejich stěna nabývá měkce elastickou konzistenci. Děložní žlázy rostou, větví se, zakrucují se a začíná jejich sekrece. Zvyšuje se tuhost děložního krčku, cervikální kanálek se uzavírá a

vyplňuje se hustým gelovitým hlenem nažloutlé barvy (Hofírek et al. 2009). Na začátku této fáze je možné ještě plemenici inseminovat, ovšem později se již prudce snižuje pravděpodobnost zabřeznutí (Burdych et al. 2022).

Diestrus, období žlutého tělíska, trvá přibližně 12 dní (Larson & Randlea 2013). Tuto fázi lze označit za klidovou či sekreční, ve které je pohlavní ústrojí připraveno na graviditu (Hofírek 2009). V prvních dnech diestru produkuje žluté tělísko (CL) stále větší množství progesteronu (Larson & Randlea 2013). Velikost CL mezi 8. a 15. dnem dosahuje 10 až 30 mm (Strapák et al. 2013). CL zaujímá více než polovinu ovariální tkáně (obrázek č. 5 – den 10), má různý tvar (nejčastěji oválný), je žlutooranžové barvy a v různém stupni vystupuje nad povrch ovaria (Hofírek et al. 2009). V tomto časovém období se na vaječniku vyskytuje rostoucí folikul o velikosti až 14 mm, jedná se o tzv. meziovulační folikul, který podléhá zániku. Pokud plemeniice zabřezla, CL přetrvává – perzistuje a zabraňuje nástupu nové říje. V případě, že nedošlo k zabřeznutí v 15. až 17. dni cyklu sliznice dělohy začíná produkovat prostaglandin, který svými luteolytickými účinky navodí regresí CL. Pokles hladiny progesteronu v krevní plazmě ovlivňuje sekreci folikulostimulujícího hormonu, na vaječniku začíná růst nový folikul a nastupuje nový pohlavní cyklus (Strapák et al. 2013).



Obrázek č. 5 Změny na vaječniku bez následné březosti (Burdych et al. 2022)

3.4.2 Hormonální řízení pohlavního cyklu

Hormonální systém je regulační mechanismus, který vysílá informace chemickou cestou. Systém je regulován mechanismy zpětné vazby, podmíněty z nervového systému a z některých orgánů. Hormon můžeme definovat jako chemickou látku, produkovanou žlázou nebo tkáněmi, který vyvolává specifickou reakci v hormonálně senzitivní tkáni (Strapák et al. 2013). Hormony jsou vylučovány hypotalamem (GnRH – gonadotropní hormon), přední hypofýzou (FSH – folikuly stimulující hormon, LH – luteinizační hormon), vaječnky (estradiol

a progesteron) a dělohou (PGF2 alfa – prostaglandin). Zmíněné hormony slouží jako chemičtí posílčci, kteří se krví dostávají do specifických cílových tkání, které obsahují receptory specifické pro hormony a regulují fáze říjového cyklu. Kombinace sekrece hormonů a metabolismu udržuje správnou hormonální rovnováhu během jednotlivých fází říjového cyklu (Lamb et al. 2010).

Uvolňování hormonů ze žláz s vnitřní sekrecí je řízeno centrálním nervovým systémem. Hlavní úlohou rozhodující o spuštění nebo tlumení produkce konkrétního hormonu má hypotalamus, který prostřednictvím sousední hypofýzy působí na vaječníky. Celý tento systém nazýváme hypotalamo-hypofyzárně-ovariální osa (Burdych et al. 2022).

Podměty přicházející z vnějšího prostředí jsou přenášeny smyslovými orgány do mozku. Podráždění je dále vedeno do hypotalamu, což představuje vegetativní nervové a hormonální centrum pohlavních funkcí (Strapák et al. 2013).

V neurohypofýze jsou produkovány následující hormony (obrázek č. 6):

GnRh – gonadotropní hormon přímo ovlivňuje uvolňování dvou z reprodukčního hlediska významně nejdůležitějších hormonů z přední hypofýzy: folikuly stimulující hormon (FSH) a luteinizační hormon (LH) (Mateusz 2015).

FSH – folikuly stimulující hormon stimuluje dozrávání sekundárních folikulů na terciální a stimuluje produkci estradiolu v Graafově folikulu (Larson & Randlea 2013).

LH – luteinizační hormon je nezbytný pro produkci estrogenů v terciálních folikulech (Larson & Randlea 2013). Způsobuje ovulaci a následně stimuluje růst žlutého tělíska v místě prasklého folikulu (Burdych et al. 2022).

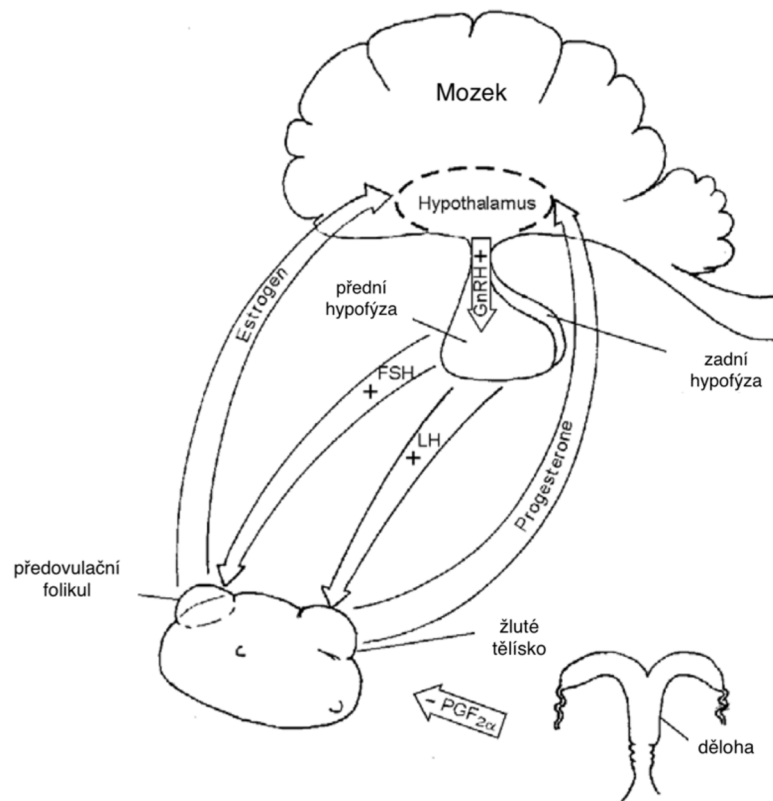
Progesteron je hormon produkován žlutým tělískem. Cílem progesteronu je inhibice růstu dalších folikulů a zpětně ovlivňovat hypotalamus. Progesteron je také produkován v luteálních cystách (Burdych et al. 2022). Vysoké hladiny potlačují účinek estrogenu a zabraňuje říjovému chování (Larson & Randlea 2013). Přípravuje endometrium dělohy na přijetí embrya a chrání březost (Strapák et al. 2013).

Estrogeny jsou produkovány buňkami folikulu. Při říji ovlivňují změny na pohlavních orgánech a změny chování (Strapák et al. 2013). Nejvíce jich produkuje zralý Graafův folikul, estrogeny tedy způsobují říji. Pokud dojde k narušení pohlavních funkcí vaječníků a tvorbě cyst, dochází k nadměrné tvorbě estrogenů ve folikulárních cystách a plemence má trvalé říjové chování (Burdych et al. 2022).

PGF2 alfa – prostaglandin produkován děložní sliznicí má účinek regrese a rozkladu CL. Má vliv na pokles produkce progesteronu a tím navození vylučování FSH a LH (Strapák et al. 2013).

Oxytocin je tvořen v jádrech hypotalamu a podél nervových drah sestupuje do neurohypofýzy. Tento hormon spouští mléko a stahuje děložní svalstvo. Jeho významná úloha je při říji, kdy velmi významně napomáhá transportu spermií pohlavní soustavou samice směrem k místu

oplození (tzv. samonasávací schopnost dělohy) a také při porodu, kdy oxytocin způsobuje pravidelné děložní stahy vedoucí k vypuzení plodu (Burdych et al. 2022).



Obrázek č. 6 Interakce hypothalamu, přední hypofýzy, ovariálních a děložních hormonů (Larson & Randlea 2013)

3.5 Ukazatelé reprodukce

Výsledky reprodukce – zabřezávání plemenic – jsou nezbytné při realizaci selekčních programů. Úroveň reprodukce ovlivňuje obrat stáda a ekonomiku celé populace chovu skotu (Louda et al. 2008). Reprodukční výkonnost je klíčovým faktorem v řízení chovu skotu a špatné výsledky reprodukce mají negativní dopad na ekonomickou udržitelnost chovu skotu (Ježková 2023). Reprodukční výkon ovlivňuje mnoho faktorů – plemeno, věk, produkce mléka, tělesná kondice, energetická bilance, onemocnění, a to včetně onemocnění dělohy (Lane et al. 2013). Hodnoty ukazatelů reprodukce krav je třeba posuzovat ve vztahu k dosahované mléčné užitkovosti a úrovni managementu v daném chovu (Louda et al. 2008).

3.5.1 Inseminační interval

Obecně se má za to, že inseminační interval je optimálním ukazatelem plodnosti (Temesgen et al. 2022). Představuje počet dní mezi datumem otelení a první inseminací (Strapák et al. 2013). Biologická možnost nového početí v této době po porodu je založena na koordinované spolupráci hypothalamu, hypofýzy, vaječnicků a dělohy, což vede k vynikající involuci dělohy a časnému obnovení funkce vaječnicků (Temesgen et al. 2022). U většiny

plemenic je inseminační interval 5 až 6 týdnů, u vysoce užitkových dojnic i déle. Měl by být hodnocen diferenciovaně dle výše mléčné užitkovosti a jeho doporučená hodnota by se měla pohybovat mezi 65 až 80 dny viz tabulka 1 (Burdych et al. 2022). Jeho délka závisí na průběhu involuce pohlavních orgánů po porodu, na obnovení plnohodnotných ovariálních cyklů a projevů říje (Strapák et al. 2013). Spolu s účinností detekce říje je rozhodnutí managementu o zařazování do reprodukce a celková míra zabřezávání nejdůležitějšími faktory určujícími délku období od poporodního zabřeznutí (Temesgen et al. 2022).

Tabulka 1: Hodnocení inseminačního intervalu

výborný	61-75 dnů
vyhovující	76-80 dnů
nevyhovující	80-90 dnů
špatný	nad 90 dnů

(Strapák et al. 2013)

3.5.2 Servis perioda

Servis perioda je jedním z ekonomicky nejvýznamnějších ukazatelů (Říha et al 2004). Udává dobu od porodu do zabřeznutí, resp. úspěšné inseminace (Bouška et al 2006). Jedná se o hlavní ukazatel používaný ke stanovení reprodukční užitkovosti a k ekonomickému rozhodování u stáda dojnic (Temesgen et al. 2022). Ideální hodnota je 85 dní (tabulka 2), ovšem u vysokoprodukčních zvířat může být i delší. Potvrzuje se tím faktický rozdíl mezi mléčnými a kombinovanými plemeny v České republice. U plemen holštýnského skotu se hodnota pohybuje na úrovni 115 dní, u kombinovaného českého strakatého skotu na úrovni 105 dní (Burdych et al. 2022). Délka servis periody je nejen ovlivňována poruchami plodnosti, ale i nedostatky managementu reprodukce a úrovní inseminace (Bouška et al. 2006). Příčiny delší servis periody souvisí také s nedostatečným pozorováním říje, negativní energetickou bilancí na začátku laktace a s fyziologickými a zdravotními důvody (např. metabolické onemocnění) (Strapák et al. 2013).

Tabulka 2: Hodnocení servis periody

výborný	81-95 dnů
vyhovující	96-110 dnů
nevyhovující	111-120 dnů
špatná	nad 120 dnů

(Burdych et al. 2022)

3.5.3 Inseminační index

Inseminační index je odrazem celkové úspěšnosti inseminace a ukazuje za jakou cenu je ve stádě dosaženo březosti (Hofírek et al.2009). Jedná se o počet inseminací potřebných k oplození. Stanoví se vydělením celkového počtu inseminací ve stádě počtem zabřezlých (Semenov et al. 2021). Reinseminace se do počtu inseminací potřebných k zabřeznutí nezapočítávají. Za reinseminaci je vhodné počítat maximálně 3 inseminace v denních intervalech za sebou. Inseminace v jiných termínech by se měly považovat již za nové (Hofírek

et al. 2009). Jeho hodnota odráží schopnost plemenic zabřeznout a je považována za vyhovující, pokud nepřesáhne u krav hodnotu 2,0. U jalovic je tento ukazatel vždy nižší viz tabulka 3 (Bouška et al. 2006). Obecně platí, že čím je inseminační index nižší, tím je ekonomika zapouštění lepší (Louda et al. 2008). V ekonomickém vyjádření zahrnuje především náklady na inseminační dávku (Strapák et al. 2013). Inseminační index není na rozdíl od předchozích ukazatelů ovlivňován účinností detekce říje (Bouška et al. 2006).

Tabulka 3: Rozdělení hodnocení výsledků inseminačního indexu u krav a jalovic

	krávy	jalovice
velmi dobrý	do 1,6	do 1,2
dobrý	1,6-1,9	1,2-1,4
nepříznivý	2,0-2,2	1,5-1,7
nevyhovující	nad 2,2	nad 1,7

(Burdych et al. 2022)

3.5.4 Zabřezávání po 1. inseminaci a po všech inseminacích

Zabřezávání po 1. inseminaci se vyjadřuje procentem poprvé inseminovaných plemenic, které skutečně po první inseminaci po porodu zabřezly (Říha et al. 2004). Březost po 1. inseminaci dosahující ve stádě hodnotu nad 50-60 % lze hodnotit jako výbornou až dobrou. U jalovic se bývá procento březosti po 1. inseminaci vyšší o 15-20 % (Louda et al. 2008). Požadované hodnoty se dle Strapák et al. (2013) u krav pohybují nad 60 % a u jalovic nad 80 %.

Zabřezávání po všech inseminacích lze hodnotit vzhledem k hodnocenému počtu krav bez ohledu na počet inseminací nebo vzhledem ke skutečnému počtu všech inseminací (Hofírek et al. 2009). Hodnota by neměla být pod úroveň dolní klasifikační hranice zabřezávání po 1. inseminaci v jednotlivých kategoriích (Říha et al. 2004). Cílem je zabřezávání 80 % (Bouška et al. 2006).

3.5.5 Mezidobí

Tento ukazatel představuje počet dnů mezi porody. Mezidobí je tedy významným souhrnným ukazatelem reprodukce a představuje součet dnů servis periody a březosti. Jelikož délka březosti je více méně konstantní, hodnotu mezidobí určuje délka servis periody (Hofírek et al. 2009). Délku mezidobí významně ovlivňuje chovatel managementem reprodukce (Strapák et al. 2013). Stanovuje se pro plemence, které se telily nejméně dvakrát. Nezapočítávají se hodnoty plemenic, které potratily. Pro správnou vypovídací schopnost tohoto ukazatele je žádoucí, aby se otelilo alespoň 75 % všech inseminovaných plemenic (Bouška et al. 2006). Obecně však platí zásada, že by se mezidobí mělo pohybovat v rozmezí 365 až 405 dnů viz tabulka 4 (Burdych et al. 2022). Svaz chovatelů holštýnského skotu uvádí délku mezidobí 392 dní a svaz chovatelů českého strakatého skotu 387 dní, oba údaje jsou výsledky kontroly užitkovosti 2022/2023. Svaz chovatelů masného skotu (2023) uvádí ideální hodnotu mezidobí v rozmezí 244 a 385 dnů, tedy zhruba 1 rok.

Tabulka 4: Hodnocení délky mezidobí v chovech s průměrnou užítkovostí

velmi dobré	365-380 dnů
dobré	381-395 dnů
méně vyhovující	396-405 dnů
nevhovující	nad 405 dnů

(Burdych et al. 2022)

3.5.6 Natalita krav

Natalita krav představuje porodnost (Kaluža & Konvalinová 2019). Do hodnoty nelze zařazovat telata narozená od jalovic (Říha et al. 2004).

- a) Hrubá natalita – vyjadřuje počet všech narozených telat na 100 krav ve stádě za jeden rok.
- b) Čistá natalita – vyjadřuje počet živě narozených telat na 100 krav. Od počtu narozených telat se odečítají telata mrtvě narozená a bezprostředně po porodu uhynulá telata. Čistou natalitu vyjádříme jako podíl živě narozených telat od 100 krav v % za rok. Požadovaná hodnota je nad 80 % (Strapák et al. 2013).

Tabulka 5: Hrubá natalita krav dle hodnocení Burdych et al. (2022)

velmi dobrá natalita	více než 95 telat
dobrá natalita	91-95 telat
průměrná natalita	80-90 telat
nevhovující natalita	více než 80 telat

3.5.7 Počet odchovaných telat od 100 krav

Je nejobjektivnějším ukazatelem úrovně reprodukce stáda a dává nejucelenější pohled na možnosti selekce a obnovu stáda (Burdych et al. 2022). Hodnoty by neměly být pod dolní hranicí ukazatele natality krav (Louda et al. 2008). Český svaz chovatelů masného skotu (2019) uvádí, že pro zajištění dostatečné výnosnosti je zapotřebí odchovat 90 až 100 telat od 100 krav za rok.

3.5.8 Interinseminační intervaly

Představuje časové období od jedné říje po následující říji u přebíhajících se plemenic (Strapák et al. 2013). Měly by být shodné s délkou říjových cyklů (viz tabulka 6). Interinseminační interval má vysokou vypovídající schopnost (Strapák et al. 2013). Vyšší frekvence zkrácených cyklů pod 18 dnů svědčí o nedostatečném sledování říje. Dále to může svědčit o častějším výskytu folikulárních cyst a o poruchách hormonální funkce. Vyšší frekvence nepravidelných cyklů nad 25 dnů poukazuje na výskyt embryonální mortality

(Burdych et al. 2022). Pokud se vyskytne vyšší frekvence dvojnásobných cyklů (42 dní) potvrzuje to opět nedostatečné sledování říje.

Tabulka 6: Interinsemináční intervaly hodnocené dle délky říjových cyklů

zkrácené cykly	pod 18 dnů
normální cykly	18-25 dnů
prodloužené cykly	nad 25 dnů

(Burdych et al. 2022)

3.6 Způsoby plemenitby

Zapouštění plemenic ve stádě může chovatel provádět přirozenou plemenitbou nebo inseminací. Oba způsoby se nevylučují, naopak se při vhodném použití vzájemně doplňují (Burdych et al. 2022). Způsob zapouštění krav je závislý na systému chovu a chovaném užitkovém typu (Louda et al. 2008). Navzdory celosvětově rozšířené umělé inseminace je přirozená plemenitba nejčastěji používanou metodou v chovu masného skotu (Baruselli et al. 2018). Chovatelé, kteří produkují plemenná zvířata a aktivně se ve svých stádech zabývají šlechtitelskou prací, se nicméně bez inseminace neobejdou. Naproti tomu chovatelé využívající ve svých chovech užitkové křížení za účelem produkce zástavového či jatečného skotu uplatňují ve větším rozsahu přirozenou plemenitbu (Zahrádková et al. 2009).

3.6.1 Přirozená plemenitba

Tento způsob reprodukce stále převládá v extenzivních chovech skotu bez tržní produkce mléka (Semaoun et al. 2024). Důvodem je to, že masná plemena skotu jsou chovaná volně ve větších či menších stádech (Louda et al. 2007).

Využívají se dvě metody přirozené plemenitby – z ruky, volné. Zapouštění z ruky je metoda, kdy je plemenic fixována v připouštědle a ošetřovatel přivede plemenného býka k plemenic a zapustí ji (Louda et al. 2007). Naopak při volném zapouštění plemenic svou přítomností ve stádě provokuje říje plemenic a následně je zapouští (Burdych et al. 2022).

Býk je do plemenitby vybrán po základním výběru ve věku 14 měsíců, kdy však stále není připraven na práci, která by se od něj očekávala (Zahrádková et al. 2009). Býk si musí zvyknout na změnu prostředí a krmné dávky, jeho tělesná kondice se postupně upravuje na chovnou. Teprve poté je možné začít využívat mladého býka k zapouštění plemenic (Louda et al. 2007). Například býci francouzských plemen, které jsou pozdnější (charolais), jsou do plemenitby zařazováni až ve věku dvou let, kdy dokončili svůj růst a vývin (Louda et al. 2007).

Dospělým býkem, pokud je v dobrém zdravotním stavu a tělesné kondici, je možné za sezónu zapustit 30 až 35 plemenic. K zabránění příbuzenské plemenitbě, která je podle zákona o plemenitbě zakázána (Louda et al. 2007), lze býka ponechat ve stejném stádě plemenic dvě připouštěcí sezóny. Setrvá-li býk ve stádě déle, je třeba jeho dcery ze stáda oddělit (Zahrádková et al. 2009). Ve velkých stádech, kde je k zapouštění používáno více býků, je třeba zařazovat jejich lichý počet s rozdílným věkem (Louda et al. 2007), respektive hmotností (Zahrádková et al. 2009).

V dojených stádech se býci pro přirozenou plemenitbu využívají pouze k zapouštění tzv. problémových krav, které po porodu v průběhu 4–6 říjových cyklů po řádně provedené inseminaci nezabřezly. K těmto účelům se vybírají pouze mladí licencovaní býci většinou stejného plemene jako zapouštěné krávy (Louda et al. 2007).

V době, kdy býk už pracuje ve stádě, musí být ponechán v klidu a veškeré zásahy, jako je příkrmování, ošetření paznehtů, očkování, odčervení apod., je třeba provést ještě před začátkem připouštěcího období (Zahrádková et al. 2009).

Přirozená plemenitba má řadu nevýhod, například nižší plemennou hodnotu býků, náklady na nákup a odchov plemenných býků, nutnost obměny býků po třech letech, neznalost doby otelení a poruchy plodnosti (Louda et al. 2007). Navíc se stále objevují pohlavně přenosné choroby v chovech využívající přirozenou plemenitbu (BonDurant 2005). Některé virové (např. bovinní *herpesvirus* 1), bakteriální (např. *Campylobacter fetus*), protozoální a parazitické (např. *Trichomonas fetus*) infekce mohou být přenášeny býčím spermatem (Givens 2018). Pohlavně přenosné choroby jsou zákeřné v tom, že patogeny nezpůsobují zjevné onemocnění u samců nebo samic, ale spíše způsobující zmetání obvykle v rané fázi březosti. V chovech mléčných plemen se mohou projevit prodloužením servis periody (BonDurant 2005). Bouška (2006) doplňuje, že každý býk před prvním zapuštěním a dále každoročně by měl být vyšetřen na infekční choroby a na přítomnost původců pohlavních nákaz – kampylobakteriózy a trichomoniázy.

Výhody přirozené plemenitby jsou však významné, lze mezi ně zařadit to, že býk spolehlivě vyhledává všechny říjící se plemenice a tyto zapustí, chovatel je nemusí pracně vyhledávat (Louda et al. 2007). Například Semaoun et al. (2024) uvádí úspěšnost přirozené plemenitby 90 % ve srovnání se 72 % při inseminaci zvířat u masných plemen skotu.



Obrázek č. 7 Přirozená plemenitba ve stádě (Burdych et al. 2022)

3.6.2 Umělá inseminace

3.6.2.1 Historie a definice umělé inseminace

Umělá inseminace byla jednou z prvních biotechnologií používaných u druhů hospodářských zvířat ke zlepšení reprodukce (Fontes et al. 2020). První inseminační stanice byla založena v roce 1947 (Hofírek et al. 2009). Na počátku 20. století ruský vědec jménem El Ivanhow dosáhl první úspěšné inseminace u dobytka (Fontes et al. 2020). Od 30. do 40. let 20. století došlo v Evropě a v USA k masivnímu technologickému pokroku a rozsáhlému nárůstu používání umělé inseminace, zejména u mléčného skotu (Schultz et al. 2020). Po získání pozitivních výsledků rozhodlo ministerstvo zemědělství o dalším rozšiřování umělé inseminace v České republice. Rozsah inseminace se rychle zvyšoval z 12,7 % v roce 1950 na 85,6 % v roce 1955, kdy bylo již 110 inseminačních stanic s 2 193 býky (Hofírek et al. 2009). Po druhé světové válce se inseminace plemenic prováděla „čerstvým spermatem“. Dalším pokrokem technologie bylo zavedení hlubokého zmrazování spermatu, který umožnil rozvoj moderních metod kontroly dědičnosti a realizaci šlechtitelských programů (Louda et al. 2008).

Umělá inseminace skotu představuje nejúspěšnější sofistikovaný program chovu zvířat, který byl realizován za účelem zlepšení kvality, produktivity a reprodukčního zdraví skotu (Kaproth & Foote 2011). Jedná se o zavádění semene přímo do samičího reprodukčního traktu jinými prostředky než kopulací (Schultz et al. 2020). Inseminace představuje nejefektivnější způsob přenosu požadovaných nejlepších genetických vlastností do populace daného plemene či druhu (Louda et al. 2008). Používá se pro selektivní chov, genetické zlepšení a překonání neplodnosti (Foote et al. 2022). Pokud jde o genetické zlepšení, umělá inseminace umožňuje větší šíření genetiky vynikajících plemenů. Odstraněním geografického omezení umožňuje inseminace také producentům vybrat si vysoce prověřené plemeny, kteří jsou v souladu s jejich chovným systémem (Schultz et al. 2020). Umělá inseminace minimalizuje riziko šíření pohlavně přenosných chorob a genetických vad. Mezi další výhody řadíme zvyšování užitkovosti, eliminace nákladů na chov a odchov býka a snížení bezpečnostních rizik při manipulaci býky. Inseminace také umožňuje využít těžké, staré či poraněné býky (Mohammed 2018). Mulu et al. (2018) doplňuje, že skladování zmrazeného spermatu umožňuje využití plemenů dlouho po jejich smrti. Umělá inseminace má některé potenciální nevýhody, jako je například náročnější vyhledávání říjících se plemenic, náklady na vybavení a zajištění dobře vyškolených pracovníků (Mulu et al. 2018).

3.6.2.2 Inseminační dávky a kryokonzervace

Inseminační dávky produkují inseminační stanice býků, kde se odebírá sperma od býků pomocí umělé pochvy do sběrače. Následně se hodnotí základní parametry jeho kvality, jako je objem (3 ml a více), barva (mléčná až smetanová), konzistence (hustá, „zrnitá“), zápach („čerstvě nadojené mléko“), příměsi (nesmějí být), dále koncentrace spermií (minimum 700 000 spermií/mm³) a pohybová aktivita (alespoň 70 % spermií se pohybuje přímočaře za hlaičkou) (Bouška et al. 2006). Inseminační dávka vyrobená ze spermatu daného pleménika obsahuje několikanásobně vyšší počet spermií, než je potřebné tzv. oplozovací minimum (Louda et al. 2008). Po zpracování ejakulátu na inseminační dávky musí ejakulát býka splňovat

minimální požadavky vyhláškou MZe ČR č. 471/2000 Sb., kterou se provádějí ustanovení zákona č. 154/2000 Sb., O šlechtění, plemenitbě a evidenci hospodářských zvířat (Hofírek et al. 2009).

Technologie kryokonzervace spermií významně přispívá k ochraně genetických zdrojů zejména u ohrožených druhů a podporuje využívání umělé inseminace u zvířat (Abdelnour et al. 2024). Kryokonzervace spermatu je důležitým faktorem pro celosvětové použití umělé inseminace a následně pro produkci skotu (Moore & Hasler 2017). V průběhu posledních 50 let se používá pro genetické zlepšení plemen a k usnadnění řízení plodnosti stád skotu (Khalil et al. 2019). Hlavní metodou je zmrazování spermatu a využití inseminačních dávek (Jakubec et al. 2012) od nejlepších plemenných býků k inseminaci tisíců krav po celém světě (Ugur et al. 2019).

Ke konzervaci spermatu se využívá tzv. francouzská metoda v pejetách o objemu 0,25 nebo 0,5 cm³ (Jakubec et al. 2012). Pejety jsou plastová stébla, na jednom konci zatavené a na druhém uzavřené polyvinylovou zátkou (Bouška et al. 2006). Každá je popsána základními identifikačními údaji o býkovi – jméno plemeníka, registr, datum odběru, inseminační stanice apod (Strapák et al. 2013). Odebrané sperma se ředí speciálními ředidly, která zajistí spermiím dostatečnou výživu a ochranu. Následně je sperma zchlazeno a po několika hodinách stabilizace zamrazeno (Bouška et al. 2006). Zmrazování inseminačních dávek se provádí automaticky zmrazovacím přístrojem v tekutém dusíku, při teplotě -196 °C (Jakubec et al. 2012). Inseminační dávka (pejeta) je následně uložena do biologického kontejneru pod hladinu kapalného dusíku (Burdych et al. 2022).

U skotu dochází v důsledku kryokonzervace k postupnému snížení motility a životaschopnosti spermií po rozmražení až o 50 % (Khalil et al. 2019). Tato ztráta je spojena s poškozením různých složek spermií včetně plazmatické membrány, jádra, mitochondrií, proteinů, mRNA a mikroRNA. Ke zmírnění tohoto poškození se používají chemické přísady (ředidla), zahrnující kryoprotektory (např. glycerol) a také antioxidanty, mastné kyseliny, cukry, aminokyseliny a stabilizátory membrán (Sharafi et al. 2022).

3.6.2.2.1 Sexované inseminační dávky

Použití spermatu podle pohlaví při produkci mléčného a masného skotu poskytuje řadu výhod jak na úrovni farmy, tak na úrovni průmyslu. Začlenění sexovaných dávek do šlechtitelského programu může minimalizovat počet nežádoucích samčích telat mléčných plemen skotu (Holden & Butler 2018). Zásadní výhodou použití sexovaných inseminačních dávek je změna poměru pohlaví narozených telat (Strapák et al. 2013). Technologie, která se v současnosti používá pro určování pohlaví spermatu se nazývá průtoková cytometrie. Principem průtokové cytometrie je hodnocení jednotlivých spermií a následné roztřídění do tří skupin: X-spermie, Y-spermie, nesexovatelné a mrtvé spermie (Seidel 2014). Při této metodě se využívá rozdíl v hmotnosti DNA X a Y chromozomů, která činí asi 3,8 % a přístroj třídí spermie s přesností 90 % (Ježková 2012). Následná sexovaná inseminační dávka obsahuje 90-98 % spermií požadovaného pohlaví (Burdych et al. 2022). Zabřezávání plemenic je po sexovaných inseminačních dávkách nižší asi o 15 % oproti dávkám konvenčním (Ježková 2012), jelikož po rozmražení sexované inseminační dávky je garantovaných 1,6 až 2,1 milionů živých spermií a u konvenční 10 až 20 milionů živých spermií (Strapák et al. 2013).

V České republice se převážně používají sexované inseminační dávky v chovech mléčných nebo kombinovaných plemen, s cílem mít co nejvíce jaloviček (Burdych et al. 2022).

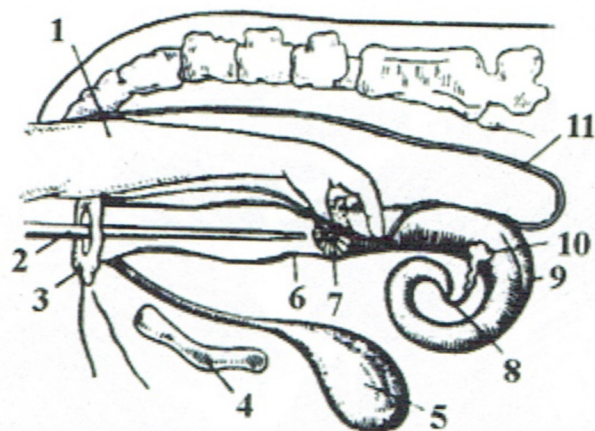
3.6.2.3 Technika umělé inseminace

Ke zvýšení procenta oplodnění a životaschopnosti potomstva se říjící plemence může opakovaně inseminovat v téže říji. Reinseminace je prováděna semenem stejného býka (Jakubec et al. 2012). Měla by následovat 8-12 hodin po první inseminaci (Kaluža & Konvalinová 2019).

Fertilizační schopnost spermií ovlivňuje nejen termín inseminace a kvalita inseminační dávky, ale i místo, kam je inseminační dávka deponována a způsob provedení inseminace (Hofirek et al. 2009). Pro dosažení nejvyšší možné míry zabřeznutí by mělo být sperma deponováno na kraniální konec děložního čípku (Selk 2017). Na výsledku zabřezávání se na 50 % podílí plemence a 50 % býk (inseminační technik) (Strapák et al. 2013).

V chovech skotu je používáno několik odlišných způsobů inseminace. Jedná se především o tyto:

- a) Rektální (obrázek č. 8) – spočívá v rozevření stydkých pysků dojnice, kdy do pochvy zasouváme katetr (pipetu se spermatem). Je nutno zavádět pipetu pod úhlem 45° tak, aby nedošlo k zavedení do močové trubice či močového měchýře plemence. Po zavedení pipety do pochvy v hloubce přibližně 10–15 cm se druhá ruka zavede do konečníku, kde jsou vyšetřeny pohlavní orgány (zejména vaječníky). Inseminační technik následně jemně uchopí děložní krček a ten nasuneme na pipetu, katetr zasune 3-5 cm hluboko do děložního krčku, poté semeno deponuje a katetr z krčku společně s rukou v rektu pomalými pohyby vytahuje (Staněk 2009).
- b) Vaginorektální – obdobná jako výše popsaná, pouze s rozdílem, že do pochvy je zaváděna ruka opatřená sterilní rukavicí. Po zavedení dlaně do pochvy je dosaženo sevřený otvor, do kterého zasuneme katetr. Ruka je zavedena do poloviny délky pochvy, katetr dále zavádíme až k děložnímu krčku a následuje proces vložení ruky do rekta (Staněk 2009).
- c) Albrechtsenovy kleště – italská metoda – principem je uchopení děložního krčku pomocí těchto kleští a jeho přitáhnutí kaudálním směrem. Jakmile je krček vtažen do poševní předsíně následuje inseminace do krčku. Tato metoda není v ČR používána (Staněk 2009).



1 - ruka, 2 - inseminační pipeta, 3 - vulva,
 4 - pánevní kost, 5 - močový měchýř, 6 - pochva,
 7 - poševní část děložního krčku, 8 - vejcovod,
 9 - děložní rohy, 10 - vaječník, 11 - rektum

Obrázek č. 8 Postup při inseminaci plemenice – rektální metoda (Jakubec et al. 2012)

3.7 Faktory ovlivňující reprodukci

Příčina nízké plodnosti u dojnic je multifaktoriální (Roche 2006). Tělesná kondice, úroveň výživy, věk krav, produkce mléka, počasí, nemoci, parazité a další faktory ovlivňují reprodukci (Funston 2014). Lze předpokládat, že hlavní faktory ovlivňující plodnost jsou genetika, prostředí, management stáda a výživa (Beever 2006).

3.7.1 Vnitřní faktory

3.7.1.1 Výživný stav

Jedním z hlavních faktorů omezující využití potencionální užitkových vlastností krav je úroveň výživy a zajištění dostatečného pravidelného příjmu kmiv, energie a ostatní živin v souladu s fyziologickými potřebami organismu v průběhu celého produkčního a reprodukčního cyklu (Brestenský et al. 2015). Špatný výživný stav a metabolické zdraví negativně ovlivňuje reprodukci dojnic. Energetický stav krávy mění sekreci hormonů, které hrají klíčovou roli v růstu ovariálních folikulů, ovulaci a tvorbě CL (Bisinotto et al. 2018). Primárním faktorem, který brání plodnosti, je rozsah negativní energetické bilance (NEB) časně po porodu. NEB je do značné míry fyziologický jev (Stádník et al. 2019). Následně může bránit načasování první ovulace, návratu cykličnosti a kvalitě oocytů (Drackley & Cardoso 2014). NEB vzniká, pokud příjem sušiny neodpovídá zvýšeným energetickým nárokům (Nigussie 2018). Charakterizujeme jí nízkou hladinou glukózy v krvi a vysokou koncentrací neesterifikovaných mastných kyselin. To má přímý i nepřímý vliv na kvalitu a přežití oocytů (Bach 2019).

Metoda sledování tělesné kondice (BCS) poukazuje na momentální výživný stav v souvislosti s energetickým metabolismem, který úzce souvisí s výše zmíněnou NEB

(Otrubová 2021). Sammad et al. (2022) uvádí, že předporodní BCS je úzce spojena s NEB. Studie ukazují, že nízká předporodní BCS je zodpovědná za metabolické a reprodukční poruchy (Chebel et al. 2018).

3.7.1.2 Mléčná užitkovost

Český statistický úřad (2024) uvádí, že užitkovost dojnic se za poslední rok zvýšila, kdy průměrná roční dojivost dosáhla 9 351,8 l mléka. Šlechtění na mléčnou užitkovost je pravděpodobně nejpropracovanější úsek šlechtitelské práce u dojeného skotu (např. Holštýnský skot). Ekonomicky významná vlastnost jako je plodnost si koreluje s energeticky náročnou produkcí (Motyčka et al. 2005). Při zvyšování užitkovosti často dochází ke snižování schopnosti plemenic k reprodukci (Říha et al. 2004). Berry et al. (2015) ve své studii uvedli, že antagonistický vztah mezi produkcí mléka a plodností (alespoň u mléčného skotu) odpovídá evolučně biologické hypotéze kompromisu. Velká část tohoto vztahu je podmíněna geneticky, ale protože genetická korelace mezi oběma znaky není jednotná, je možné současné genetické zlepšení obou znaků (Berry et al. 2015). Genetický zisk pro reprodukční výkonnost i produkci mléka je možný v dobře strukturovaném šlechtitelském programu (Berry et al. 2016). Rearte et al. (2018) došel ve své studii k závěru, že vliv mléčné užitkovosti na reprodukční užitkovost byl malý.

Dle Loudy et al. (2008) by měly být reprodukční ukazatelé reprodukce plemenic posuzovány ve vztahu k dosahované mléčné užitkovosti.

3.7.1.3 Zdravotní stav

Reprodukční problémy ovlivňující zdravotní stav se u dojnic v laktaci vyskytují často a mohou výrazně ovlivnit reprodukční výkonnost stáda (Hosseini-Zadeh 2013). Santos & Ribeiro (2018) uvádí, že zvýšená náchylnost k metabolickým a infekčním onemocněním s porodem a nástupem laktace představuje pro reprodukci velkou výzvu. Mezi hlavní reprodukční problémy, které mají přímý dopad na reprodukční výkonnost dojnic, řadíme zmetání, dystokie, zadržené plodové obaly, pyometra, prolaps a anoestrus (Abdisa 2018). Dvě nejčastější klinické onemocnění mléčného skotu jsou metritida a mastitida. Jsou negativně spojeny s následnou reprodukční výkonností. U dojnic se kromě toho vyvíjí tzv. subklinické poruchy, jako je subklinická ketóza a hypokalcémie. Ketóza je spojena s nízkou plodností a hypokalcémie u dojnic zvyšuje riziko onemocnění dělohy a zhoršení plodnosti (Santos et al. 2013). Studie od Rutherford et al. (2016) potvrzuje dlouhodobé účinky subklinické ketózy na reprodukční účinnost. U plemenic se subklinickou ketózou byl prodloužen anoestrus, inseminační interval a servis perioda (Rutherford et al. 2016).

3.7.2 Vnější faktory

3.7.2.1 Výživa

Výživa hraje klíčovou roli při udržování reprodukční výkonnosti krav, kdy požadavky na výživu se rychle zvyšují s produkcí mléka po otelení (Ibtisham et al. 2018). Výživa určuje živou hmotnost a skóre tělesné kondice. Před více než 50 lety bylo zjištěno, že obojí podporuje

plodnost u pubertálních jalovic a krav po porodu (D'onscchio et al. 2019). Příjem živin před a po otelení je hlavním faktorem ovlivňující délku poporodního anestrálního období, následnou servis periodu a celkově březost. Pokud je příjem živin nedostatečný, tělesné zásoby plemenic se vyčerpávají a tělesná kondice se zhoršuje (Diskin & Kenny 2016). Významnými faktory snižující plodnost krav je také kontaminace krmiva plísněmi, houbami a znečištěním životního prostředí (např. pesticidy a toxické kovy) (Wrzecińska et al. 2021).

3.7.2.2 Stres

Změny způsobené stresem u plemenic negativně ovlivňují reprodukční i produkční ukazatele (Prýmas 2023). Mezi hlavní stresory řadíme management stáda, sociální hierarchii, způsoby odstavu, nutriční a klimatický stres, dále aklimatizaci a temperament dojnic. (Fernandez-Novo et al. 2020). Wrzecińska et al. (2021) uvedl, že oxidativní stres může způsobit poškození oocytů a endometria. Metabolický stres může vést k delšímu období neplodnosti a chronický stres (např. kulhání) může způsobit změny v sekreci reprodukčních hormonů v důsledku vysoké koncentrace kortizolu v krvi (Wrzecińska et al. 2021). U krav tepelný stres způsobuje řadu fyziologických změn a je spojen s poklesem reprodukčních vlastností (Prýmas 2023). Plemenice se díky tepelnému stresu mohou stát acyklickými (Sammad et al. 2020).

3.7.2.3 Technologie ustájení

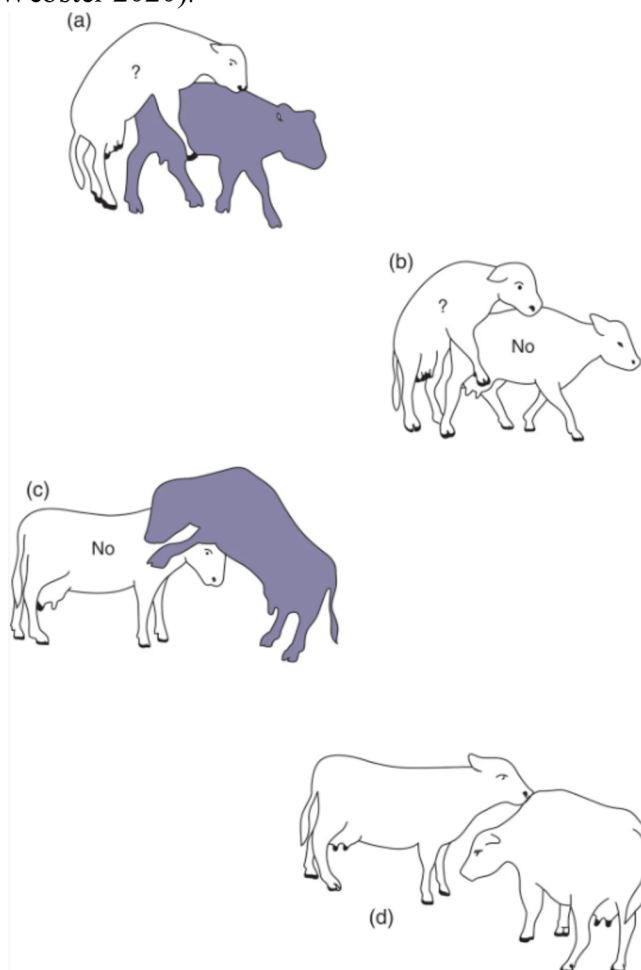
Správné ustájení je nezbytné pro dosažení lepší reprodukce, nevyhnutelnou součástí správného ustájení je i výběr správné podestýlky (Singh et al. 2020). Ustájení převážně většiny stád dojnic je založeno na volných stájích či boxech (Webster 2020). Sawa a Bogucki (2011) ve své studii uvedli, že systém ustájení významně ovlivňuje plodnost krav. Islam et al. (2015) uvádí systém využívající volné stáje jako nejlepší s ohledem na reprodukční ukazatele. Dle výzkumu Sawa a Bogucki (2011), ve vztahu reprodukce a produkce mléka, vazně ustájené plemenice vykazovaly lepší plodnost než vrstevnice ve volných stájích. Schnopnost krav provádět přirozené chování, jako např. říje, je omezené v systémech vazného ustájení, kde je pohyb krav omezen (Ritter et al. 2019).

3.8 Říje

Říje je definována jako komplex fyziologických příznaků a změn chování, ke kterým dochází bezprostředně před ovulací. Jedná se o období pohlavní vnímavosti krávy (Mičiaková et al. 2018).

3.8.1 Projevy a chování

V období říje se krávy častěji pokoušejí o pohlavní styk – čichání, olizování a naskakování (obrázek č. 9) – ale tyto činnosti mohou také provádět v jakékoliv fázi estrálního cyklu, nebo pokud jsou březí. Mezi hlavní příznaky říje patří neklid, známky tření hlavy kolem ocasu, dočasná ztráta chuti k jídlu a pokles dojivosti. Ať už je plemenice na pastvině nebo ve stáji, je pravděpodobné, že bude trávit poměrně hodně času vokalizací po býkovi (Webster 2020). Plemenice tráví méně času odpočinkem, příjmem krmiva přibližně o 21 % (Zebari et al. 2018). Gaude et al. (2021) ve své studii uvedli jako nespolehlivější příznaky říje zvýšenou aktivitu s účastí ve skupině plemenic v říji, nasedání členů stáda (obrázek č. 9) a pokládáním hlavy na hřbet jiných krav. Zebari et al. (2018) popsali ve své studii snížený příjem sušiny, délku krmení a počet návštěv u krmného žlabu. Dále uvádějí, že tichá říje se také projevuje zvýšenou denní aktivitou, ale doba krmení je zkrácena. Webster (2020) uvádí jasně viditelné příznaky říje na pohlavních orgánech, jako je zarudnutí a dále informuje o přítomnosti říjového hlenu. Tyto příznaky se obvykle objevují poměrně pozdě v době říje vzhledem k úspěšné inseminaci a následnému zabřeznutí. Hladiny progesteronu v mléce mohou být účinným prediktorem říje za předpokladu, že předchozí říje byla správně zjištěna. Také odběr říjového hlenu a následné pozorování pod mikroskopem se považuje za spolehlivější než prosté pozorování vulvy (Webster 2020).



Obrázek č. 9 Příznaky, které mohou souviset s říjí u krav. Pouze krávy označené tmavou barvou jsou v říji. (Webster 2020)

3.8.2 Metody detekce říje

Přesné stanovení období říje je nezbytné, aby se zabránilo ekonomickým ztrátám, jako je například snížení produkce mléka, opožděné porody telat a prodloužení jednotlivých ukazatelů reprodukce (Arikan et al. 2023). Během posledních 50 let došlo ke značnému pokroku ve schopnosti lidí zasahovat do reprodukce skotu (Sheldon et al. 2006). Vzhledem k poklesu klasických a spolehlivých říjových příznaků, jako je vizuální detekce říje, je potřeba vyhodnotit i jiné říjové příznaky (Gaude et al. 2021).

3.8.2.1 Vizuální detekce

K detekci říje u krav lze použít mnoho druhů metod, jako je vizuální pozorování, změny tělesné teploty nebo změny odporu říjového hleny (Talukder et al. 2014). Bruyère et al. (2012) uvedl, že kamerové systémy ve stájích umožňují účinnější vizuální sledovací systém než přímá vizuální metoda pro detekci říje.

Vizuální detekce říje představuje tradiční způsob zjišťování říje u krav a provádí se pozorováním říjného chování několikrát denně (Gaude et al. 2021). Při vizuální detekci říje pozorujeme změny chování, jako je neklid (doba nástupu říje), svolnost k páření (říje) a klid (po říji). Neklidná plemence se pokouší naskakovat na jiné krávy, kdy je částečně snižena denní produkce mléka a apetit. Při svolnosti k páření říjící se plemence při naskočení jiné krávy stojí. V období klidu (po říji) plemence při naskočení jiné krávy již nestojí. Změny na vnějších pohlavních orgánech v období říje se projevují červenou oteklou vulvou, doprovázeny výtékajícím čirým hlenem z vulvy o vyšší viskozitě (Hegedušová et al. 2010). Gaude et al. (2021) uvádí ve své studii jako jeden z nejspolehlivějších příznaků říje pokládání hlavy v oblasti hřbetu jiných krav po dobu delší než dvě sekundy a naskakování na ostatní plemence ve stádě. Dle Míčiakové et al. (2018) je vizuální detekce nejstarší metodou vyhledávání říjících se plemenic, vyžaduje poměrně hodně času a vysokou míru praktických zkušeností pracovníků.

3.8.2.2 Moderní technologie k detekci říje

Během posledních dvou desetiletí byly různým stupněm úspěchu vyvinuty různé systémy pro automatizaci detekce říje (Crowe et al. 2018). Pro chovatele bylo vyvinuto několik technologií, které mají zlepšit účinnost detekce říje prostřednictvím nepřetržitého sledování chování. Tyto pomůcky pro detekci říje nenahrazují vizuální pozorování, ale byly navrženy tak, aby ho doplňovaly (Palomares 2021). Detekce říje je pro mléčné farmy zásadní pro to, aby byly plemence ve správný čas inseminovány. Konvenční přístupy pro detekci říje krav používají elektronická zařízení připojená ke kravám pro sběr dat pro softwarovou analýzu (Lodkaew et al. 2023).

Tlakové senzory pro určení reflexu nehybnosti

Reflex nehybnosti je považován za jeden z nejspolehlivějších znaků říje, představuje však 1 % časové periody říje a je tudíž obtížné ho pozorováním zachytit. Tento systém má nevýhody v tom, že zaznamenává nástup reflexu nehybnosti a počet vzeskoků, neurčí však, zda kráva stojí (Hegedušová et al. 2010).

Pedometry, aktivometry

Nejčastěji se využívají pedometry a krční respondery tzv. aktivometry. Pedometry, připevněné na hrudní nebo pánevní končetině, zaznamenávají pohybovou aktivitu plemenic po určitou časovou periodu (Roefols et al. 2017). Čtečka pedometru je umístěna zpravidla při vstupu do dojírny a chovatel tedy získává do svého počítače údaje aktualizované nejčastěji dvakrát denně. Následně počítačový program vyhodnocuje aktivitu (obrázek č. 10) konkrétní plemence (Burdych et al. 2022). Biologickým základem pro technickou detekci říje pomocí pedometrů je zvýšený počet kroků krav v říjí dvoj- až čtyřnásobné ve srovnání v krávy v diestru. Za vhodných podmínek využití pedometrů má přesnost 92 % a účinnost 91 % (Hegedušová et al. 2010).



Obrázek č. 10 Graf aktivity konkrétního zvířete (Burdych et al. 2022)

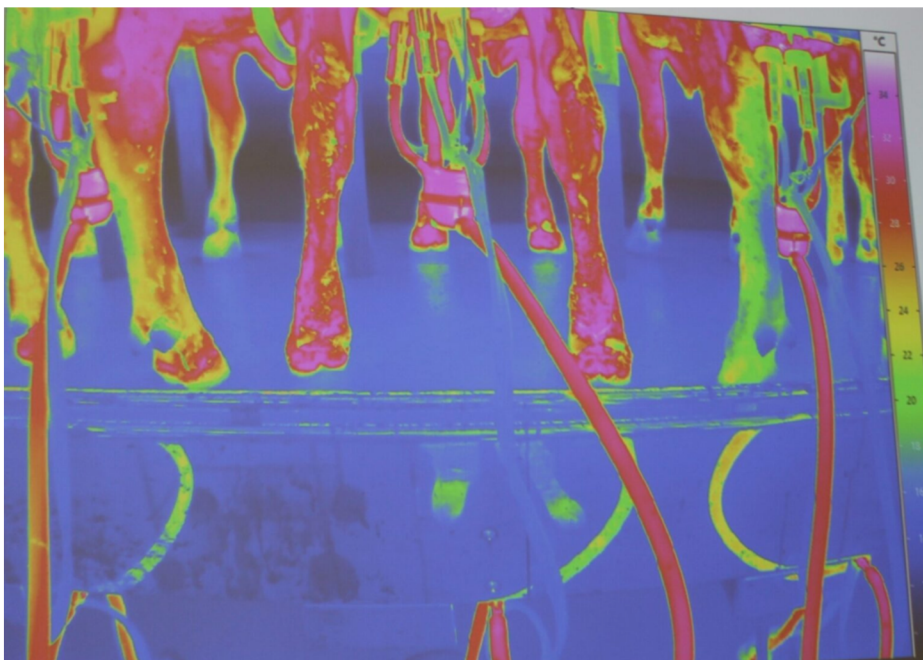
Aktivometry zaznamenávají příjem krmiva a aktivitu zvířat (očíhávání, naskakování na jiné krávy apod.) (Roefols et al. 2017). Aktivometrem označujeme čip, který je uložen v pouzdru a umístěn na obojku zvířete (obrázek č. 11). Pomocí antény umístěné ve stáji systém 24 hodin denně a 7 dní v týdnu sbírá nepřetržitě data o daném zvířeti, pomocí softwaru je zpracovává a vyhodnocuje. Většina dostupných aktivometrů také monitorují zdravotní stav zvířat pomocí sledování doby žrání, přežvykování nebo obou zároveň. Na základě odchylek opět upozorní na zvířata se začínajícími zdravotními problémy (Burdych et al. 2022).



Obrázek č. 11 Různé typy senzorů umístěné nejčastěji na obojcích (Ježková 2023)

Termovizní systémy

Infračervená termografie (obrázek č. 12) je neinvazní technologie, která poskytuje data o teplotě v reálném čase pro detekci říje. Ovulaci může předpovědět 24-48 hodin předem na základě teploty kůže měřené u vulvy dojnic. Tělesná teplota kolem říje kolísá asi o 0,5 °C, zvyšuje se během říje a klesá v době ovulace (Ježková 2023).



Obrázek č. 12 Termokamera poskytující data o teplotě v reálném čase (Ježková 2023)

Barevné detektory

Využívá se přirozené chování plemenic, kdy při říji na sebe naskakují. Kapsle s barvou se umisťují na bedra plemenic (obrázek č. 13) určených k připuštění. Naskakujícími krávami je kapsle rozmáčknuta a vytékající barva označí říjící se plemence (Burdych et al. 2022). Účinnost detekce říje závisí na způsobu ustájení a pohybuje se v rozmezí 90-95 % (Strapák et al. 2013).



Obrázek č. 13 Umístění barevného detektoru na bedra plemence (Bechtel 2021)

Sonografické vyšetření

Vyšetření pomocí sonografu je nejpřesnější diagnostika říje. Provádí se zejména při potvrzení říje nejvzácnějších krav ve stádě, při inseminaci za účelem embryotransferu či při pochybnostech o pravosti říje. Nevýhodou je pořizovací cena přístroje a také nedostatečné zkušenosti obsluhy (Burdych et al. 2022).

3.8.3 Metody synchronizace říje

U skotu je k dispozici řada programů synchronizace říje, které jsou založeny na použití různých hormonů, např. progesteronu, PGF2 alfa a jejich různých kombinací s jinými hormony (např. GnRH a estrogeny) (Yizengaw 2017). Synchronizace říje je alternativní strategií, jak obejít kritický problém detekce říje. Synchronizační program umožňuje pevné načasování umělé inseminace, aby se chovatel vyhnul detekci říje (Paul et al. 2015). Bisinotto et al. (2014) uvádí, že umělá inseminace s pevně stanoveným časem se stala důležitou součástí řízení reprodukce ve vysoce produkčních stádech. Synchronizace říje se také stává metodou volby pro opakované připouštění krav ve velmi velkých stádech, kde se nepodařilo konvenčními strategiemi dosáhnout dostatečné detekce říje (Webster 2020). Pro dosažení lepší kontroly estrálního cyklu u skotu je nutné synchronizovat vznik nových folikulárních vln, zajistit luteální fázi, ukončit luteální fázi a synchronizovat ovulaci (Kasimanickam 2021). Využití reprodukčních programů synchronizace obecně vyžaduje odpovídající kondici a zdravotní stav

stáda. Krávy s horší kondicí a krávy s nevyhovující nebo nevyrovnanou krmnou dávkou reagují na synchronizační programy hůře (Burdych et al. 2022). Suhaimi et al. (2022) se ve své studii zabývali využitím modifikovaných a přírodních bylin v krmné dávce k synchronizaci říje, kdy míra zabřeznutí byla 100 %. Využití přírodních bylin může vést k tomu, že většina skotu bude vykazovat říji bez nutnosti komplexního přístupu (Suhaimi et al. 2022).

3.9 Březost dojnic

Pokud dojde v období říje k oplození vajíčka, na vaječniku přetrvává CL produkující hormon progesteron, který dominuje po celou dobu březosti. U březích plemenic ustává pohlavní cyklus a tento klid trvá až do porodu (Strapák et al. 2013). U skotu je průměrná délka březosti 280 až 285 dní s kolísáním od 265 do 300 dní (Burdych et al. 2022).

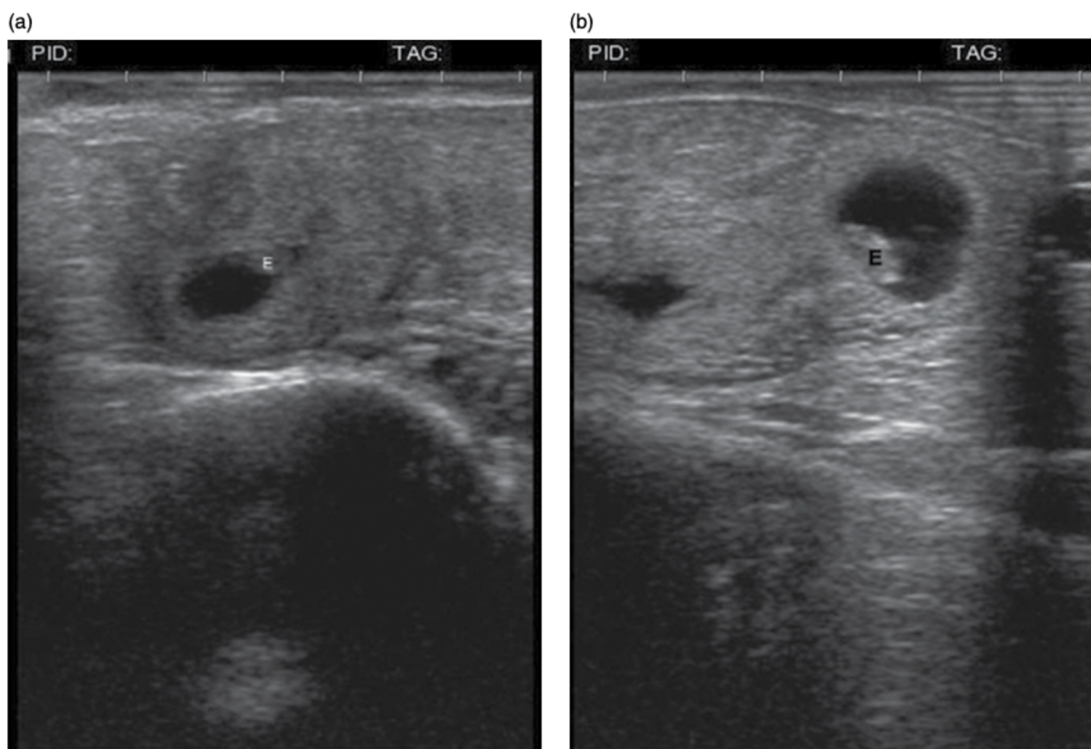
3.9.1 Diagnostika březosti

Přesná a pohodlná diagnóza březosti je z ekonomických důvodů zásadní pro následné vyhodnocení úspěšnosti řízení reprodukce ve stádě skotu (Mphaphathi et al. 2021). Metod, kterými lze březost zjišťovat, je celá řada, ale u některých zvířat je jejich využití v praxi omezené. Diagnostika březosti může být buď přímá (klinické vyšetření samice) nebo nepřímá (laboratorní vyšetření tělních tekutin či tkání) (Prýmas 2015). Webster (2020) uvádí, že diagnostika březosti může být založena na jedné nebo více z následujících skutečností:

- Test nepřeběhlých krav
- rektální palpce vyvíjejícího se plodu a plodových obalů nejméně 35 dní po inseminaci
- ultrazvukové rektální vyšetření nejméně 42 dní po inseminaci
- vysoká koncentrace progesteronu v mléce od 24 dne po inseminaci

Nejčastěji se používá rektální palpce a ultrazvukové vyšetření (Schoenwaelder & Wehrend 2013).

Teoreticky je možné diagnostikovat březost pomocí ultrazvuku již po 21 dnech po inseminaci, ale v polních podmínkách to obvykle není praktické. Úspěšnost správné diagnostiky ultrazvukem se potvrdila až po 26 dnech. Například embryo je lépe viditelné až 28. den (obrázek č. 14b), kdy má délku 1 cm a je snadno viditelné v děložní tekutině. Vývoj embrya probíhá velmi rychle, tudíž vyčkání pouhých několika dní může zvýšit přesnost a rychlost vyšetření. Sonografem lze posoudit i struktury vaječníků, zda je přítomné CL nebo endometrium dělohy, které není tak ztlustělé jako při říji (Colloton 2021). Diagnostika březosti rektální sonografií lze diagnostikovat o 15 dní dříve než rektální palpce (Bagley et al. 2023).

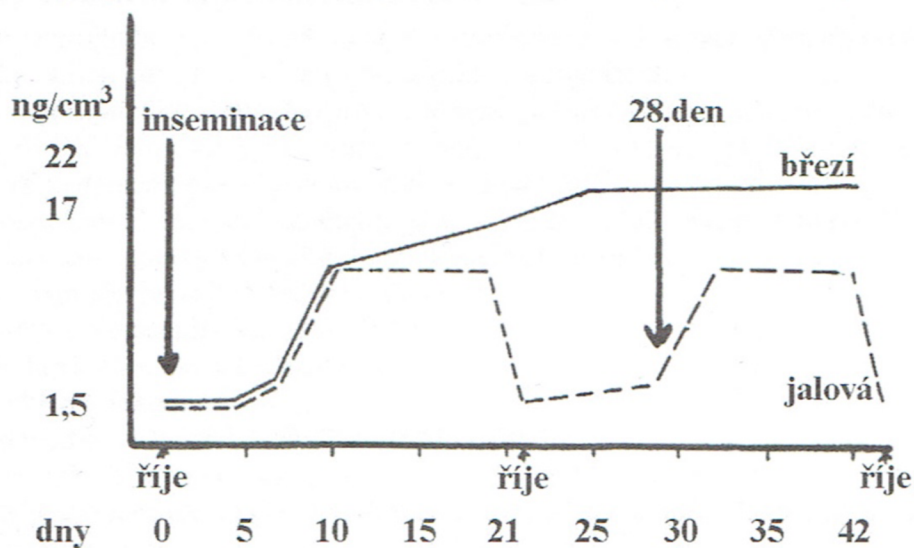


Obrázek č. 14 Sonografická diagnostika březosti 26 dní (a) a 28 dní (b) po inseminaci (Colloton 2021)

Diagnostika březosti pomocí rektální palpace záleží na zkušenostech. Profesionál se schopný diagnostikovat březost na obřezlém děložním rohu již okolo 40. dne od zapuštění (Burdych et al. 2022). Rektální palpace je do 35. dne nepraktická, jelikož rektálního vyšetření v kritické fázi uhníždění může přerušit březost (Webster 2020). Běžně se provádí 60.–90. den po inseminaci, kdy se velikost zárodku pohybuje mezi 12-15 cm. Děložní roh, ve kterém se nachází embryo, je 3-5krát větší (princip asymetrie děložních rohů). Na straně děložního rohu se zárodkem je možné nahmatat i žluté tělísko. Po tomto vyšetření se plemence považuje za březí (Strapák et al. 2013). Diagnostika březosti od 25. dne po početí je velmi spolehlivá. Mezi 25.-26. dnem je již prokazatelná srdeční činnost. Kolem 40. dne březosti lze pozorovat pupečník a později lze rozeznat končetiny a první pohyby plodu. Po 70. dni březosti lze sonograficky zjistit placentomy (Brestenský et al. 2015).

Testem nepřeběhlých krav (NRT) zjišťujeme, zda se říje opakovala po 21 dnech po inseminaci. Neopakující se říje je samo o sobě nedostatečným ukazatelem březosti. Pokud říje plemence byla diagnostikována nesprávně, říje se neprojeví o 21 dní později (Webster 2020). Zjišťování březosti pomocí tohoto testu se používá v řadě států, kde je zakázáno rektální vyšetřování březosti. Tato metoda včas informuje o úrovni zabřezávání, v případě o poruchách plodnosti. Spolehlivost testu se zvyšuje s počtem inseminovaných plemenic a časem, který uplynul od inseminace. Pokud je hodnota NRT ve 30 dnech u krav 70 % a u jalovic více než 80 %, lze hodnotit zabřezávání jako dobré. Je-li hodnota pod 60 %, je plodnost nevyhovující a dochází k poruchám plodnosti (Louda et al. 2007).

Zjišťování březosti stanovením progesteronu se provádí v období mezi 23. a 28. dnem březosti. Na zjišťování březosti se využívá velmi citlivá laboratorní metoda radioimunologického stanovení obsahu progesteronu v mléce (Strapák et al. 2013). Tato metoda je založena na rozdílu mezi hladinami progesteronu v době aktivního CL (diestrus a březost) a v době říje (obrázek č. 15). To znamená, že nízké hladiny progesteronu v mléce 19-24 dní po inseminaci svědčí o říji, vysoké hladiny naopak o březosti (Brestenský et al. 2015). Koncentrace progesteronu v mléce je 2-4krát vyšší než v krvi (Louda et al. 2007).



Obrázek č. 15 Hladina progesteronu v mléce v průběhu estrálního cyklu u březí a jalové plemence (Louda et al. 2007)

4 Závěr

Závěrem bych ráda shrnula informace, které jsem během psaní bakalářské práce získala. Mým cílem bylo shrnout dostupné informace týkající se současného managementu reprodukce skotu formou literární rešerše. V praxi se dnes využívá spíše umělá inseminace, přirozená plemenitba je využívána v chovech masného skotu, kdy je skot chován převážně na pastvinách. Umělou inseminaci využívají především chovy zaměřené na mléčnou produkci, kdy hlavní roli hraje vysoký genetický potenciál. Na úspěšnosti umělé inseminace se z velké části podílí chovatel či moderní technologie. Při umělé inseminaci je důležité včas a správně detekovat říji a zapustit plemenici ve správné fázi cyklu. U vysokoužitkových plemenic je obtížné vizuálně detekovat říji, jelikož genotypy jsou přešlechtěné a přirozené projevy říje už nejsou tak výrazné.

K detekci říje nám pomáhají moderní technologie, které vyhodnocují aktivitu dojnic, dobu přežvykávání, dobu ležení atd. Plemenice v říji bude trávit mnohem více času pohybovou aktivitou než ležením, méně času bude trávit také přežvykáváním a její snížený apetit jí nezavede tolikrát ke krmnému žlabu. I proto aktivometry a pedometry jsou v praxi nejvíce využívané technologie k detekci říje.

Po zapuštění plemenice je důležité zkontrolovat, zda zabřezla či ničkoliv. Nejčastěji používanou metodou je sonografické vyšetření a rektální palpce. Sonografem zjišťujeme přítomnost žlutého tělíška nebo jiné změny na vnitřních pohlavních orgánech. Diagnostika březosti palpačně přes rektum vyžaduje mnoho zkušeností, březost může být tímto vyšetřením i přerušena.

Důležitým aspektem dobrého managementu jsou reprodukční ukazatelé, kdy špatné hodnoty mají negativní dopad na ekonomiku chovu (např. prodloužení mezidobí). Pokud plemenice nezabřezla, či byla inseminována v nevhodnou fázi cyklu, dochází k prodloužení mezidobí a tím se zvyšují finanční náklady na krávu. Cílem chovatele je dostat od každé krávy jedno tele za rok, proto se uvádí ideální délka mezidobí 365 dní.

Myslím si, že do budoucnosti moderní technologie budou více zakomponovány do managementu chovu skotu, jelikož šlechtění se též posouvá na jiné úrovně, tak nám nové technologie budou usnadňovat práci (např. při detekci říje u vysokoprodukčních krav). Dříve byla pro šlechtitele důležitá produkce, dnes se spíše zaměřují na dlouhověkost krav, tudíž by se aktuální problémy v reprodukci mohly zmírnit, či úplně vymizet. Hlavní roli zde hraje nízká dědičnost znaků plodnosti a snadno měřitelné fenotypové znaky a genomové markery, které korelují s jednotlivými znaky plodnosti.

5 Seznam použité literatury

- 1) Abdelnour SA, Khalil WA, Khalifa NE, Khalil FMA, Hassan MA. 2024. L-Proline: A Promising Tool for Boosting Cryotolerance and Fertilizing Ability of Cryopreserved Sperm in Animals. *Animal Reproduction Science* (e107429) DOI: 10.1016/j.anireprosci.2024.107429.
- 2) Abdisa T. 2018. Review on the Reproductive Health Problem of Dairy Cattle. *Journal of Dairy & Veterinary Sciences* **5**:1-12.
- 3) Arikan İ, Ayav T, Seçkin AÇ, Soygazi F. 2023. Estrus Detection and Dairy Cow Identification with Cascade Deep Learning for Augmented Reality-Ready Livestock Farming. *Sensors* **23**.
- 4) Bagley JE, Richter MP, Lane TJ. 2023. The Role of Transrectal Sonography in Pregnancy Diagnosis in Cattle. *Journal of Diagnostic Medical Sonography* **39**:50-60.
- 5) Bach À. 2019. Effects of nutrition and genetics on fertility in dairy cows. *Reproduction, Fertility and Development* **31**:40-54.
- 6) Baruselli PS, Ferreira RM, Sá Filho MF, Bó GA. 2018. Review: Using artificial insemination vs. natural service in beef herds. *Animal* **12**:45-52.
- 7) Beever DE. 2006. The impact of controlled nutrition during the dry period on dairy cow health, fertility and performance. *Animal Reproduction Science* **96**:212-226.
- 8) Bechtel W. 2021. Estrus detection made easy with breeding indicator patches. *EstroTECT*. Available from: <https://estroTECT.com/2021/11/19/estrus-detection-made-easy-with-breeding-indicator-patches/> (accessed October 2021).
- 9) Berry DP, Friggens NC, Lucy M, Roche JR. 2016. Milk Production and Fertility in Cattle. *Annual Review of Animal Biosciences* **4**:269-290.
- 10) Bisinotto RS, Greco LF, Ribeiro ES, Martinez N, Lima FS, Staples CR, Santos, JEP. 2018. Influences of nutrition and metabolism on fertility of dairy cows. *Animal Reproduction* **9**:260-272.
- 11) Bisinotto RS, Ribeiro ES, Santos JEP. 2014. Synchronisation of ovulation for management of reproduction in dairy cows. *Animal* **8**:151-159.
- 12) BonDurant RH. 2005. Venereal Diseases of Cattle: Natural History, Diagnosis, and the Role of Vaccines in their Control. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice* **21**:383-408.
- 13) Bouška J. et al. 2006. *Chov dojeného skotu*. Profi Press, Praha.
- 14) Brestenský V, Apolen D, Baumgartner J, et al. 2015. *Chov hospodárskych zvierat*. Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum, Výskumný ústav živočíšnej výroby Nitra, Publikácie NPPC – VÚŽV Nitra.
- 15) Bruyère P, Hétreau T, Ponsart C, Gatién J, Buff S et al. 2012. Can video cameras replace visual estrus detection in dairy cows? *Theriogenology* **77**:525-530.
- 16) Burdych V, Kocmánek J, Holásek R, Andrlíková M, Kořínek D. 2022. *Základy reprodukce skotu*. Quijote Atelier, Jihlava.
- 17) Colloton J. 2021. Reproductive Ultrasound of Female Cattle. Pages 326-346 in: Hopper RM. *Bovine Reproduction*. 2nd Edition. John Wiley.
- 18) Cortés ME, González F, Vigil P. 2014. Crystallization of bovine cervical mucus at oestrus: An update. *Revista de Medicina Veterinaria* **84**:103-116.

- 19) Crowe MA, Hostens M, Opsomer G. 2018. Reproductive management in dairy cows – the future. *Irish Veterinary Journal* **71**:1-13.
- 20) Český statistický úřad. 2024. Průměrná dojivost podle krajů. Available from: https://vdb.czso.cz/vdbvo2/faces/cs/index.jsf?page=vystup-objekt&z=T&f=TABULKA&skupId=2584&katalog=30840&pvo=ZEMDSKOT14&pvo=ZEMDSKOT14&str=v1580&c=v3~8__RP2023 (accessed January 2024).
- 21) D'occhio MJ, Baruselli PS, Campanile G. 2019. Influence of nutrition, body condition, and metabolic status on reproduction in female beef cattle: A review. *Theriogenology* **125**:277-284.
- 22) Diskin MG, Kenny DA. 2016. Managing the reproductive performance of beef cows. *Theriogenology* **86**:379-387.
- 23) Drackley JK, Cardoso FC. 2014. Prepartum and postpartum nutritional management to optimize fertility in high-yielding dairy cows in confined TMR systems. *Animal* **8**:5-14.
- 24) Duittoz AH, Kenny DA. 2023. Review: Early and late determinants of puberty in ruminants and the role of nutrition. *Animal* **17**.
- 25) Esslemont RJ, Kossaibati MA. 2000. The use of databases to manage fertility. Online. *Animal Reproduction Science* **60-61**:725-741.
- 26) Fernandez-Novo A, Pérez-Garnelo SS, Villagrà A, Pérez-Villalobos N, Astiz S. 2020. The Effect of Stress on Reproduction and Reproductive Technologies in Beef Cattle—A Review. *Animals* **10**.
- 27) Fontes PLP, Oosthuizen N, Cliff Lamb G. 2020. Reproductive management of beef cattle. In: *Animal Agriculture* 57-73.
- 28) Foote RH, Layek SS, Parks JE, Mcsweeney PLH, Mcnamara JP. 2022. Gamete and Embryo Technology: Artificial Insemination. In: *Encyclopedia of Dairy Science* 857-867.
- 29) Foster RA. 2017. Female Reproductive System and Mammae. In: *Pathologic Basis of Veterinary Disease* 1147-1193.
- 30) Frandson RD, Wilke LW, Fails AD. 2009. *Anatomy and Physiology of Farm Animals*. Wiley-Blackwell. Wiley-Blackwell, Ames, Iowa.
- 31) Funston R. 2014. Importance of early conception and factors influencing it. In *The State of Beef Conference* 63-79.
- 32) Gaude I, Kempf A, Strüve KD, Hoedemaker M. 2021. Estrus signs in holstein friesian dairy cows and their reliability for ovulation detection in the context of visual estrus detection. *Livestock science (e104449)* DOI: 10.1016/j.livsci.2021.104449.
- 33) Ghiasi H, Pakdel A, Nejati-javaremi A, González-recio O. 2015. Fertility subindex for improving fertility performance in Iranian Holstein cows. *Tropical Animal Health and Production* **47**:67-71.
- 34) Givens MD. 2018. Review: Risks of disease transmission through semen in cattle. *Animal* **12**:165-171.
- 35) Hegedúšová Z. 2010. Detekce říje v chovech skotu – cesta ke zlepšení úrovně reprodukce. *Agrovýzkum Rapotín, Rapotín*.
- 36) Hofírek B, Dvořák R, Němeček L, Doležel R, Pospíšil Z et al. 2009. *Nemoci skotu*. Noviko, Brno.

- 37) Holden SA, Butler ST. 2018. Review: Applications and benefits of sexed semen in dairy and beef herds. *Animal* **12**:97-103.
- 38) Chebel RC, Mendonça LGD, Baruselli PS. 2018. Association between body condition score change during the dry period and postpartum health and performance. *Journal of Dairy Science* **101**:4595-4614.
- 39) Ibtisham F, Nawab A, Li GuangHui LG, Xiao Mei XM, An LiLong AL, Naseer G. 2018. Effect of nutrition on reproductive efficiency of dairy animals. *Medycyna Weterynaryjna* **74**:356-361.
- 40) Islam MA, Sarder MJU, Jahan SS, Islam MR, Islam MH. 2015. Effect of management factors on the productive and reproductive performance of dairy cows. *Bangladesh Livestock Journal* **1**:5-9.
- 41) Jakubec V, Louda F, Bezdíček J. 2012. Šlechtění a management genetických zdrojů zvířat. *Agrovýzkum, Rapotín*.
- 42) Ježková A. 2012. Inseminace je stále klíčovou metodou. *Náš chov*. Available from: <https://naschov.cz/inseminace-je-stale-klicovou-metodou/> (accessed March 2012).
- 43) Ježková A. 2018. Řízení reprodukce skotu. Available from: <https://naschov.cz/rizeni-reprodukce-skotu/> (accessed August 2018).
- 44) Ježková A. 2023. Přesné technologie pro reprodukci dojnic. Available from: <https://trvaleudrzitelnezemedelstvi.cz/clanky/presne-technologie-pro-reprodukci-dojnic/> (accessed November 2023).
- 45) Kaluža M, Konvalinová J. 2019. Nemoci hospodářských a potravinových zvířat. Available from: <https://cit.vfu.cz/nz/NHZ/SKOT.html> (accessed January 2019).
- 46) Kaproth MT, Foote RH. 2011. Reproduction, Events and Management | Mating Management: Artificial Insemination, Utilization. In: *Encyclopedia of Dairy Sciences* 467-474.
- 47) Kasimanickam R. 2021. Pharmacological Intervention of Estrous Cycles. Pages 458-470 in: Hopper RM. *Bovine Reproduction*. 2nd Edition. John Wiley.
- 48) Khalil WA, El-Harairy MA, Zeidan AEB, Hassan MAE, Mohey-elsaeed O. 2019. Evaluation of bull spermatozoa during and after cryopreservation: Structural and ultrastructural insights. *International Journal of Veterinary Science and Medicine* **6**:49-56.
- 49) Lamb GC, Smith MF, Perry GA, Atkins JA, Rislely ME, Busch DC, Patterson DJ. 2010. Reproductive Endocrinology and Hormonal Control of the Estrous Cycle. *The Bovine Practitioner* **44**:18–26.
- 50) Lane EA, Crowe MA, Beltman ME, More SJ. 2013. The influence of cow and management factors on reproductive performance of Irish seasonal calving dairy cows. *Animal Reproduction Science* **141**:34-41.
- 51) Lodkaew T, Pasupa K, Loo ChK. 2023. CowXNet: An automated cow estrus detection system. *Expert Systems with Applications* **211** (e118550) DOI: 10.1016/j.eswa.2022.118550.
- 52) Lofstedt R. 2014. The bovine clitoris. Available from: <https://loribovinesection.blogspot.com/2014/05/the-bovine-clitoris-keywords-clitoris.html> (accessed May 2014).

- 53) Louda F, Bjelka M, Ježková A, Stádník L, Bezdíček J, Pozdíšek J. 2007. Zásady využívání plemenných býků v podmínkách přirozené plemenitby: metodika. Výzkumný ústav pro chov skotu, Rapotín.
- 54) Louda F, Vaněk D, Ježková A, Stádník L, Bjelka M, Bezdíček J, Pozdíšek J. 2008. Uplatnění biologických zásad při řízení reprodukce plemenic: metodika. Výzkumný ústav pro chov skotu, Rapotín.
- 55) Mateusz G. 2015. Nauka dla rozwoju rolnictwa, ekologii i medycyny w świetle współczesnych osiągnięć. Stowarzyszenie Studentów Nauk Przyrodniczych, Lublin.
- 56) Mičiaková M, Strapák P, Szenczióvá I, Strapáková E, Hanušovský O. 2018. Several Methods of Estrus Detection in Cattle Dams: A Review. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis* **66**:619-625.
- 57) Mohammed A. 2018. Artificial Insemination and its Economical Significancy in Dairy Cattle: Review. *International Journal of Research Studies in Microbiology and Biotechnology* **4**:30-43.
- 58) Moore SG, Hasler JF. 2017. A 100 – Year Review: Reproductive technologies in dairy science. *Journal of Dairy Science* **100**:10314-10331.
- 59) Morton AJ, Candelaria JI, McDonnell SP, Zgodzay DP, Denicol AC. 2023. Review: Roles of follicle-stimulating hormone in preantral folliculogenesis of domestic animals. *Animal* **17** (e 100743) DOI: 10.1016/j.animal.2023.100743.
- 60) Mphaphathi ML, Magopa TL, Nedambale TL. 2021. The importance of pregnancy diagnosis in dairy production. *The Dairy Mail* **28**:77-80.
- 61) Mulu M, Moges N, Adane M. 2018. Review on process, advantages and disadvantage of artificial insemination in cattle. *Int J Vet Sci Anim Husb* **3**:8-13.
- 62) Musilová D. 2019. Anatomie a fyziologie reprodukčního systému samice. Available from: <https://www.vovcr.cz/odz/tech/347/page02.html#heading3> (accessed March 2019).
- 63) Nabors B, Linford R. 2021. Anatomy of the Reproductive System of the Cow. Pages 191-194 in: HOPPER, Richard M., *Bovine Reproduction*. 2nd Edition. John Wiley.
- 64) Nigussie T. 2018. A Review on the Role of Energy Balance on Reproduction of Dairy Cow. *Journal of Dairy Research and Technology* **1**:1-9.
- 65) Otrubová M. 2021. Vliv tělesné kondice skotu na reprodukci mléčných stád. Available from: <https://www.agropress.cz/vliv-telesne-kondice-skotu-na-reprodukcii-mlecnych-stad/> (accessed June 2021).
- 66) Palomares RA. 2021. Estrus Detection. Pages 431-446 in: Hopper RM. *Bovine Reproduction*. 2nd Edition. John Wiley.
- 67) Paul A, Yoisingnern T, Bunaparte N. 2015. Hormonal treatment and estrus synchronization in cows: A mini-review. *Journal of Advanced Veterinary and Animal Research* **2**:10-17.
- 68) Prýmas L. 2015. Diagnostika březosti. Available from: <https://naschov.cz/diagnostika-brezosti/> (accessed July 2015).
- 69) Prýmas L. 2023. Účinek tepelného stresu na reprodukci a produkci mléka skotu. Available from: <https://naschov.cz/ucinek-tepelneho-stresu-na-reprodukcii-a-produkcii-mleka-skotu/> (accessed August 2023).

- 70) Ritter C, Beaver A, Von Keyserlingk MAG. 2019. The complex relationship between welfare and reproduction in cattle. *Reproduction in Domestic Animals* **54**:29-37.
- 71) Roelofs JB, Krijnen C, Van Erp-Van Der Kooij E. 2017. The effect of housing condition on the performance of two types of activity meters to detect estrus in dairy cows. *Theriogenology* **93**:12-15.
- 72) Roche JF. 2006. The effect of nutritional management of the dairy cow on reproductive efficiency. *Animal Reproduction Science* **96**:282-296.
- 73) Rutherford AJ, Oikonomou G, Smith RF. 2016. The effect of subclinical ketosis on activity at estrus and reproductive performance in dairy cattle. *Journal of Dairy Science* **99**:4808-4815.
- 74) Rysová L. 2017. Dospělosti v chovu hospodářských zvířat. Agropress. Available from: <https://www.agropress.cz/rizeni-reprodukce-u-samic-dojeneho-skotu/> (accessed August 2017).
- 75) Říha J. 2004. Reprodukce v procesu šlechtění skotu: Reproduction in cattle improvement system. Asociace chovatelů masných plemen, Rapotín.
- 76) Sammad A, Umer S, Shi R, Zhu H, Zhao X, Wang, Y. 2020. Dairy cow reproduction under the influence of heat stress. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition* **104**:978-986.
- 77) Sammad A, Khan MZ, Abbas Z, Hu L, Ullah Q et al. 2022. Major Nutritional Metabolic Alterations Influencing the Reproductive System of Postpartum Dairy Cows. *Metabolites* **12**.
- 78) Santos J, Bisinotto RS, Ribeiro ES, Martinez N, Lima FS. 2013. Role of animal health on reproduction of dairy cows. Dairy Cattle Reproduction Council Conference, Indianapolis **11**:32-48.
- 79) Santos JEP, Ribeiro ES. 2018. Impact of animal health on reproduction of dairy cows. *Animal Reproduction* **11**:254-269.
- 80) Sawa A, Bogucki M. 2011. Effect of housing system and milk yield on cow fertility. *Archives Animal Breeding* **54**:249-256.
- 81) Seidel GE. 2014. Update on sexed semen technology in cattle. *Animal* **8**:160-164.
- 82) Selk G. 2017 Artificial Insemination for Beef Cattle. Available from: <https://extension.okstate.edu/fact-sheets/artificial-insemination-for-beef-cattle.html> (accessed March 2017).
- 83) Semaoun V, Nguyenvan C, De Riols De Fonclare A, Paes Ch, Vidal A. 2024. Natural mating. *Dictionary of Agroecology*. Available from: <https://dicoagroecologie.fr/en/dictionnaire/natural-mating/> (accessed January 2024).
- 84) Semenov V, Maykotov A, Kondruchina S, Ivanova T, Tolstova S et al. 2021. Veterinary and hygienic methods of directed reproduction in formation of healthy herds of cows. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* **935** (e 012021) DOI: 10.1088/1755-1315/935/1/012021.
- 85) Sharafi M, Borghei-rad SM, Hezavehei M, Shahverdi A, Benson JD. 2022. Cryopreservation of Semen in Domestic Animals: A Review of Current Challenges, Applications, and Prospective Strategies. *Animals* **12** (e3271) DOI: 10.3390/ani12233271.

- 86) Sheldon IM, Wathes DC, Dobson H. 2006. The management of bovine reproduction in elite herds. Online. *The Veterinary Journal* **171**:70-78.
- 87) Schoenwaelder K, Wehrend A. 2013. Methods of pregnancy diagnosis in cattle-a review. *Tierärztliche Umschau* **68**:151-160.
- 88) Schultz B, Serão N, Ross JW. 2020. Genetic improvement of livestock, from conventional breeding to biotechnological approaches. In: *Animal Agriculture* 393-405.
- 89) Singh A, Kumari T, Rajput M, Baishya A, Bhatt N et al. 2020. Review on Effect of Bedding Material on Production, Reproduction and Health of Dairy Animals. *International Journal of Livestock Research* **10**:11-20.
- 90) Singh AM, Bhakat C, Dutta T. 2021. Technologies used at advanced dairy farms for optimizing the performance of dairy animals: A review. *Spanish Journal of Agricultural Research* **19**:6 (1-19).
- 91) Staněk S. 2009. Inseminace a plodnost krav. Available from: <https://www.zootechnika.cz/clanky/chov-skotu/porod---teleni-jalovic-a-krav/inseminace-a-plodnost-krav.html> (accessed Januar 2009).
- 92) Suhaimi Nur NAM, Azlan SSM, Rahman MM, Shikh Maidin M, Khalif RIAR. 2022. Utilization of herbs in synchronizing estrus in cattle. *AIP Conference Proceedings* **2454**.
- 93) SVAZ CHOVELŮ ČESKÉHO STRAKATÉHO SKOTU. 2024. Základní parametry chovného cíle. Available from: <https://www.cestr.cz/cs/slechtění/chovný-cíl> (accessed January 2024).
- 94) SVAZ CHOVELŮ HOLŠTÝNSKÉHO SKOTU. 2024 Výsledky kontroly užítkovosti podle plemen 2023. Available from: <https://www.holstein.cz/cz/ročenky/423-roc-enka-2023-ku/file> (accessed January 2024).
- 95) Šichtář J. 2018. Management reprodukce skotu. Available from: https://www.researchgate.net/publication/327906335_Management_reprodukce_skotu. (accessed September 2018).
- 96) Talukder S, Kerrisk KL, Ingenhoff L, Thomson PC, Garcia SC et al. 2014. Infrared technology for estrus detection and as a predictor of time of ovulation in dairy cows in a pasture-based system. *Theriogenology* **81**:925-935.
- 97) Temesgen MY, Assen AA, Gizaw TT, Minalu BA, Mersha AY. 2022. Factors affecting calving to conception interval (days open) in dairy cows located at Dessie and Kombolcha towns, Ethiopia. *PLOS ONE* **17** (e 0264029) DOI: 10.1371/journal.pone.0264029.
- 98) Thomas J, Ellis A. 2021. Reproductive Anatomy and Physiology of the Cow. Available from: <https://extension.missouri.edu/publications/g2015> (accessed March 2021).
- 99) Tsiligianni T, Amiridis GS, Dovolou E, Menegatos I, Chadio S, Rizos D, Gutierrez-Adan A. 2011. Association between physical properties of cervical mucus and ovulation rate in superovulated cows. *Can J Vet Res* **75**:248-53.

- 100) Turner JL. 2014. Reproductive Tract Anatomy and Physiology of the Cow. College of Agricultural, Costumer and Enviromental Sciences. Available from: https://pubs.nmsu.edu/_b/B212/ (accessed July 2014).
- 101) Ugur MR, Saber Abdelrahman A, Evans HC, Gilmore AA, Hitit M et al. 2019. Advances in Cryopreservation of Bull Sperm. *Frontiers in Veterinary Science* **6**:1-15.
- 102) Výzkumný ústav živočišné výroby. 2023. Genomické plemenné hodnoty pro plodnost. Available from: <https://www.cschms.cz/index.php?page=novinka&id=3769> (accessed July 2023).
- 103) Webster J. 2020. Understanding the dairy cow. John Wiley & Sons, Hoboken.
- 104) Wrzecińska M, Czerniawska-Piątkowska E, Kowalczyk A. 2021. The impact of stress and selected environmental factors on cows' reproduction. *Journal of Applied Animal Research* **49**:318-323.
- 105) Yizengaw L. 2017. Review on Estrus Synchronization and Its Application in Cattle. *International Journal of Advanced Research in Biological Sciences (IJARBS)* **4**:67-76.
- 106) Zahrádková R. a kol., 2009. Masný skot od A do Z. Český svaz chovatelů masného skotu, Praha.
- 107) Zebari HM, Rutter SM, Bleach EC. 2018. Characterizing changes in activity and feeding behaviour of lactating dairy cows during behavioural and silent oestrus. *Applied Animal Behaviour Science* **206**:12-17

