

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra chovu hospodářských zvířat



**Fakulta agrobiologie,
potravinových a přírodních zdrojů**

**Možnosti synchronizace říje, její úspěšnost a vliv na
ekonomiku u dojného skotu**

Bakalářská práce

Barbora Málková

Chov hospodářských zvířat

Ing. Jaromír Ducháček, Ph.D.

© 2024 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

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

V Praze dne 28. 04. 2024

Poděkování

Chtěla bych vyjádřit své upřímné poděkování Ing. Jaromíru Ducháčkovi, Ph.D., vedoucímu mé bakalářské práce, za jeho nekonečnou trpělivost, odbornost a ochotu. Dále bych ráda poděkovala své rodině, příteli a přátelům za jejich neustálou podporu a povzbuzení během celého mého studia. Velké díky patří také mým kolegům z kliniky Regia Vet s.r.o. za jejich vstřícnost a pomoc, zejména v náročnějších časech. Vaše podpora byla nepostradatelná a velmi si jí vážím.

Možnosti synchronizace říje, její úspěšnost a vliv na ekonomiku u dojného skotu

Souhrn

Mléčná produkce je v současné době považována za nejdůležitější odvětví zemědělské výroby, neboť mléko je jednou z nejčastěji konzumovaných potravin živočišného původu. Na mléčnou produkci působí celá řada faktorů, jak vnitřních, tak vnějších. Zejména reprodukce a mléčná produkce dojníc jsou považovány za klíčové faktory, které ovlivňují ekonomiku chovů. Chovatelé by se měli neustále zaměřovat na kvalitní a pravidelné monitorování reprodukční schopnosti dojníc prostřednictvím reprodukčních ukazatelů. Je rovněž nezbytné zlepšovat tyto dva faktory současně, aby mezi nimi nedocházelo k negativní korelaci, která by mohla vést k vysokým nákladům na léčení reprodukčních nemocí nebo k předčasnému vyřazování jinak zdravých dojníc z chovu kvůli nedostatečné produkci mléka během laktace.

Efektivita reprodukčních procesů má přímý dopad na ekonomiku farmy, produkci mléka a udržitelnost mlékárenského sektoru. V posledních desetiletích umožnil technologický pokrok lepší kontrolu a management reprodukčních cyklů u dojníc, avšak stále existuje řada výzev, jako je efektivní detekce a synchronizace říje.

Detekce říje je klíčovým procesem, který vyžaduje přesné a spolehlivé metody pro určení optimálního času pro inseminaci. Tradiční metody, jako je vizuální pozorování, mohou být subjektivní a náchylné k chybám. Moderní přístupy nabízejí zvýšení přesnosti a efektivity detekce říje. Tyto technologie umožňují farmářům lépe plánovat a řídit inseminační procesy a zvyšují šance na úspěšné otelení.

Dalším důležitým aspektem v reprodukčním managementu je synchronizace říje, proces, který umožňuje koordinovat estrální cykly dojníc a efektivně plánovat inseminační procedury. Tento proces využívá farmakologické protokoly k indukci říje u celého stáda ve specifickém časovém okně, což může zvýšit reprodukční efektivitu, zkrátit intervaly mezi oteleními a maximalizovat genetický potenciál stáda.

Reprodukční nemoci, jako jsou mastitida, metritida a komplikace spojené s postpartálním obdobím, mohou významně ovlivňovat zdraví a pohodu dojníc. Tyto problémy mohou vést k snížené produkci mléka a zvýšeným veterinárním nákladům, a dokonce k vyřazování zvířat z produkce. Efektivní detekce a synchronizace říje mohou pomoci minimalizovat výskyt těchto problémů tím, že umožní lepší plánování a řízení reprodukčních cyklů, což přispívá k zdravějšímu a produktivnějšímu stádu.

Tato bakalářská práce se úvodem věnuje stručnému popisu pohlavních orgánů samice skotu. Podrobněji je zde vysvětleno, co se odehrává se samicí skotu v době říje. Následuje analýza různých metod detekce říje, od tradičních po moderní technologie, jako je elektronický monitoring, které zvyšují přesnost detekce a umožňují lepší plánování inseminačních procedur. Důležitou částí práce jsou faktory ovlivňující zabřeznutí krav, jak vnější, tak vnitřní, včetně vlivu výživy, stresu, zdravotního stavu a genetiky. Speciální pozornost je věnována synchronizaci říje, metody, která umožňuje efektivně koordinovat estrální cykly v rámci stáda a optimalizovat tak časování inseminací. Závěrečná část práce se zaměřuje na ekonomické

aspekty chovu skotu v České republice, přičemž se hodnotí rentabilita a ekonomická efektivnost synchronizace říje a její vliv na mléčnou produkci.

Klíčová slova: dojený skot, detekce říje, synchronizační protokoly, inseminace, rentabilita

The possibility of synchronization of estrus, its success and the impact on the economy of dairy cattle

Summary

Dairy production is currently considered the most important sector of agricultural production, as milk is one of the most commonly consumed foods of animal origin. Milk production is influenced by a number of factors, both internal and external. In particular, reproduction and milk production of dairy cows are considered to be key factors influencing the economics of dairy farms. Farmers should continuously focus on quality and regular monitoring of the reproductive performance of dairy cows through reproductive indicators. It is also essential to improve these two factors simultaneously to avoid a negative correlation between them that could lead to high costs of treating reproductive diseases or to premature culling of otherwise healthy dairy cows due to insufficient milk production during lactation.

The efficiency of reproductive processes has a direct impact on farm economics, milk production and the sustainability of the dairy sector. In recent decades, technological advances have enabled better control and management of reproductive cycles in dairy cows, but there are still many challenges such as effective detection and synchronization of estrus.

Estrus detection is a key process that requires accurate and reliable methods to determine the optimal time for insemination. Traditional methods such as visual observation can be subjective and error prone. Modern approaches offer increased accuracy and efficiency in estrus detection. These technologies allow farmers to better plan and manage insemination processes and increase the chances of successful calving.

Another important aspect in reproductive management is estrus synchronisation, a process that allows the coordination of estrous cycles of dairy cows and the efficient planning of insemination procedures. This process uses pharmacological protocols to induce estrus in the entire herd within a specific time window, which can increase reproductive efficiency, shorten calving intervals and maximize the genetic potential of the herd.

Reproductive diseases such as mastitis, metritis and complications associated with the postpartum period can significantly affect the health and welfare of dairy cows. These problems can lead to reduced milk production and increased veterinary costs, and even culling. Effective estrus detection and synchronization can help minimize the occurrence of these problems by allowing better planning and management of reproductive cycles, contributing to a healthier and more productive herd.

This bachelor thesis starts with a brief description of the reproductive organs of female cattle. It explains in more detail what happens to the female cattle during estrus. This is followed by an analysis of different methods of estrus detection, from traditional to modern technologies such as electronic monitoring, which increase the accuracy of detection and allow better planning of insemination procedures. An important part of the work is the factors influencing cow inbreeding, both extrinsic and intrinsic, including the effects of nutrition, stress, health and genetics. Special attention is given to estrus synchronization, a method that allows efficient coordination of estrous cycles within the herd to optimize the timing of insemination. The final

part of the thesis focuses on the economic aspects of cattle breeding in the Czech Republic, evaluating the profitability and economic efficiency of estrus synchronization and its impact on milk production.

Keywords: dairy cattle, estrus detection, synchronization protocols, insemination, profitability

Obsah

1	ÚVOD	9
2	CÍL PRÁCE	10
3	LITERÁRNÍ REŠERŠE	11
3.1	PLODNOST SKOTU	11
3.1.1	<i>Biologické a fyziologické základy reprodukce krav</i>	11
3.2	POHLAVNÍ ORGÁNY SAMICE	11
3.2.1	<i>Vnitřní pohlavní ústrojí samice</i>	11
3.2.1.1	Vaječníky	11
3.2.1.2	Vejcovody	14
3.2.1.3	Děloha	15
3.2.2	<i>Vnější pohlavní ústrojí samice</i>	16
3.2.2.1	Pochva	16
3.2.2.2	Poševní předsíň	17
3.2.2.3	Vulva	17
3.2.2.4	Klitoris	17
3.3	POHLAVNÍ CYKLUS SAMICE	17
3.3.1	<i>Nervové řízení pohlavního cyklu</i>	18
3.3.2	<i>Hormonální řízení pohlavního cyklu</i>	18
3.3.3	<i>Stádia pohlavního cyklu</i>	19
3.3.3.1	Proestrus	19
3.3.3.2	Estrus	19
3.3.3.3	Metestrus	20
3.3.3.4	Diestrus	20
3.4	DETEKCE ŘÍJE	21
3.4.1	<i>Vizuální pozorování</i>	21
3.4.2	<i>Prostředky detekce říje</i>	22
3.4.2.1	Pedometry	22
3.4.2.2	Aktivometry	23
3.4.2.3	Sonografické vyšetření	23
3.4.2.4	Měření progesteronu v mléce	24
3.4.2.5	Ostatní méně používané metody	25
3.5	ČINITELE OVLIVŇUJÍCÍ ZABŘEZÁVÁNÍ KRAV	27
3.5.1	<i>Faktory vnější</i>	27
3.5.1.1	Mikroklimatické parametry	27
3.5.1.2	Výživa	28
3.5.1.3	Nemoc	29
3.5.1.4	Problémy s končetinami	31
3.5.1.5	Parazitě	31
3.5.1.6	Technologie ustájení	31
3.5.2	<i>Faktory vnitřní</i>	32
3.5.2.1	Genetické faktory	32
3.5.2.2	Geneticky podmíněné choroby	33
3.6	SYNCHRONIZACE ŘÍJE	35
3.6.1	<i>Synchronizace ovulace</i>	36
3.6.2	<i>Typy synchronizačních protokolů</i>	36
3.6.2.1	Protokoly založené na PGF2a	36
3.6.2.2	Protokoly založené na hormonu uvolňující Gonadotropin (GnRH)	37
3.6.2.3	Protokoly založené na Progestinu	38
3.6.2.4	Kombinované protokoly	38
3.7	RENTABILITA	44
3.7.1	<i>Rentabilita mléčné produkce v České republice v roce 2022</i>	44
3.7.2	<i>Vliv synchronizace říje na plemenné hodnoty pro plodnost u dojného skotu</i>	46
4	ZÁVĚR	48
5	LITERATURA	49

1 Úvod

Ekonomický význam produkce mléka je mimořádně klíčový, zejména v rámci udržitelného rozvoje a snahy o snížení závislosti na dovozu. V České republice tvoří produkce mléka zásadní segment agrárního sektoru, jehož důležitost roste s narůstající poptávkou a potřebou stabilizace vnitrostátní produkce (Bartoň & Syrůček 2019).

Výzvy spojené s neplodností zemědělských zvířat, které představují významné ekonomické ztráty, jsou klíčové pro pochopení a řešení problémů v oblasti reprodukce. Různé příčiny, od genetických faktorů po environmentální vlivy, vyžadují komplexní přístup k diagnostice a terapii, který by umožnil zvýšení efektivity reprodukčních procesů (Kaltungo & Musa 2013).

Detekce říje a správné časování inseminací jsou zásadní pro maximalizaci reprodukčního potenciálu stád. V posledních letech se rozvíjejí pokročilé technologie a metody, které chovatelům umožňují lépe identifikovat a využívat optimální období pro říji, což má přímý dopad na zlepšení reprodukčních výsledků (Madkar et al. 2022).

Význam synchronizace říje pro hodnoty plemen u dojného skotu je zásadní pro zvýšení reprodukční efektivity a celkové produktivity chovů po celém světě. Tento proces umožňuje chovatelům efektivně plánovat a řídit reprodukční cykly, což je klíčové pro zdraví a produktivitu stád. Synchronizace říje nejenže zlepšuje schopnost včasného rozpoznávání optimálních období pro inseminaci, ale také umožňuje efektivnější využití genetických zdrojů, což přispívá ke zlepšování kvalitativních charakteristik stád (Haile-Mariam et al. 2023).

Pokračující výzkum a inovace v oblasti reprodukčních technologií jsou nezbytné pro zdokonalení stávajících metod a vývoj nových přístupů, které by mohly ještě více zvýšit efektivitu reprodukčního managementu. Začlenění pokročilých hormonálních aplikací, lepší porozumění fyziologii reprodukce a využití nových technologií jsou příklady možných cest k dosažení těchto cílů (Čítek 2018).

2 Cíl práce

Cílem této práce bude formou literárního přehledu zhodnotit metody používané v reprodukci dojného skotu zejména v detekci říje. Dílčím cílem bude porovnat a vyhodnotit nejlepší možné metody a prostředky používané při umělém vyvolání říje. Finálním cílem poté bude zhodnocení vlivu zásahů do samotné reprodukce k ekonomice dojeného skotu.

3 Literární rešerše

3.1 Plodnost skotu

3.1.1 Biologické a fyziologické základy reprodukce krav

Reprodukční systém samice krávy je z hlediska funkčnosti organizován do složek zahrnující struktury a orgány. Ty se podílejí na produkci a následném transportu oocyty, což jsou nezbytné prvky pro proces oplodnění. Dále pak části spojené přímo s březostí a procesem kopulace. Tento společný soubor procesů a dějů na reprodukčních orgánech umožňuje reprodukci a zajišťuje kontinuitu druhu (Hopper 2021).

Reprodukční trakt je uchycen v pánvi. Na boční stěnu těla je uchycen pomocí širokých vazů a dvojité vrstvy peritoneálního záhybu. Trakt lze členit na vaječníky, vejcovody a dělohu, která se dále dělí na děložní rohy, děložní tělo a děložní krček. Toto jsou takzvané vnitřní reprodukční orgány. Součástí reprodukčního systému je také pochva, poševní předsíň a vulva. Tyto patří do vnějších reprodukčních orgánů (Mansour et al. 2023).

3.2 Pohlavní orgány samice

3.2.1 Vnitřní pohlavní ústrojí samice

3.2.1.1 Vaječníky

Vaječníky představují klíčové orgány v reprodukčním procesu samice. Fungují jako párové žlázy odpovědné za vývoj vajíček a produkci zásadních pohlavních hormonů (Turner 2013).

Mezi nejdůležitější hormony produkované vaječníky patří estrogény a progesterony, které hrají nenahraditelnou roli v regulaci reprodukčního cyklu (Ball & Peters 2004).

Morfologicky jsou vaječníky krávy oválné (Mansour et al. 2023). Jejich konzistence je tuhoelastická šedorůžové barvy, přičemž je jejich povrch hladký. Velikost vaječnicků se mění v závislosti na fázi reprodukčního cyklu samice. Obvykle se pohybuje v rozmezí od 1,5 do 5 cm délky a mají mezi 1 až 3 cm v průměru (Ball & Peters 2004). Vaječníky jsou pokryty epitelovou vrstvou, pod kterou se nachází bělavý obal z kolagenního vaziva, obklopující celý orgán. Pod tímto obalem leží kortex neboli kůra vaječnicku, obsahující folikuly v různých stádiích vývoje. Centrální částí je dřev, která je charakterizována méně hustým kolagenním vazivem, krevními a lymfatickými cévami a nervy (Reece 2011).

Díky tomu, že je vaječník připojen k děložnímu rohu prostřednictvím vlastního vaječnickového vazy a nachází se v blízkosti vstupu do pánve, je možné jej identifikovat při rektálním vyšetření (Mansour et al. 2023).

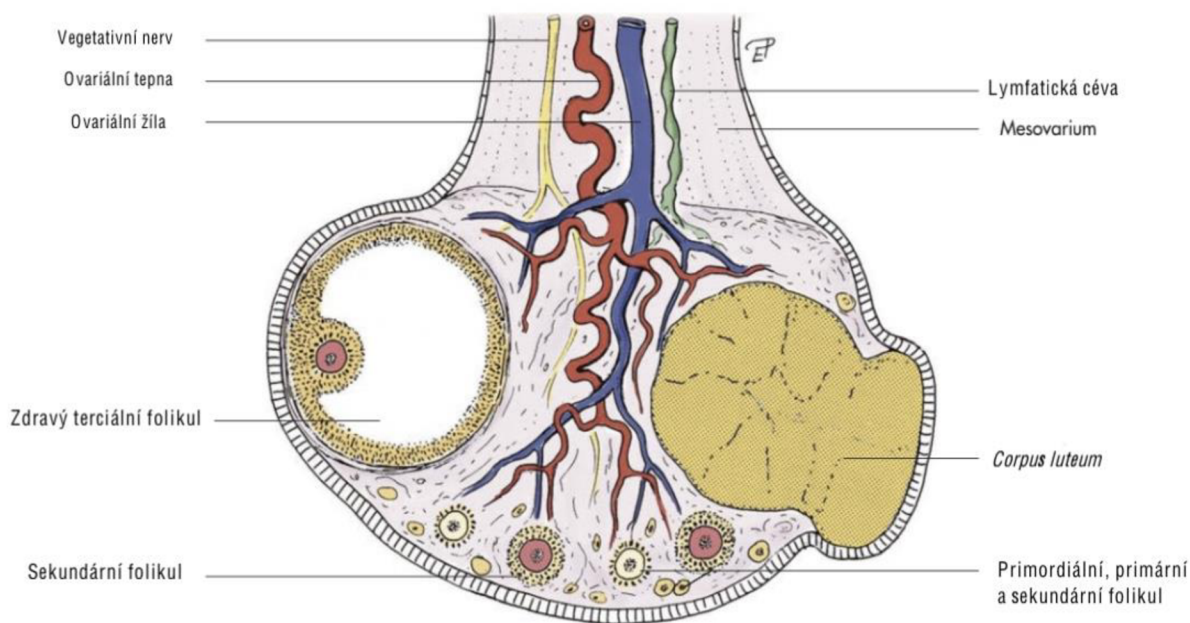
Folikuly utvářené na vaječnicích

Tyto malé struktury obsahují a chrání vaječné buňky neboli oocyty v různých fázích vývoje, začínají jako primordiální folikuly, které jsou nejmenší a zároveň nejpočetnější. V těchto folikulech jsou obsaženy oogonie, což jsou nediferencované předchůdce oocytů. Primordiální

folikuly jsou esenciální pro začátek reprodukčního cyklu, protože se z nich postupně vyvíjejí primární folikuly (Sláma et al. 2015).

- a) Primární folikuly jsou dalším krokem ve vývoji vaječnickových folikulů. Tyto folikuly obsahují oocyty I. řádu, které jsou obaleny jedinou vrstvou folikulárních buněk. Tato vrstva buněk je zásadní, protože poskytuje nezbytnou podporu a ochranu pro oocyt během jeho vývoje. V této fázi začíná oocyt zrát. Folikulární buňky v primárních folikulách jsou zodpovědné za produkci hormonů a dalších látek, které regulují vývoj oocyty a připravují tělo samice na možné oplodnění (Sláma et al. 2015).
- b) Sekundární folikuly představují další fázi v evoluci vaječnickových folikulů. Ve srovnání s primárními folikuly mají sekundární folikuly více vrstev folikulárních buněk. Vnitřní vrstva těchto buněk je tvořena buňkami cylindrického tvaru, které se nazývají *corona radiata*. Buňky *corona radiata* produkují glykoproteiny a další látky, které formují další ochranný obal zvaný *zona pellucida* kolem oocyty. Tento obal je klíčový pro správnou komunikaci a interakci s plodícími buňkami během fertilizace. Sekundární folikuly také začínají tvořit dutiny plné folikulárního moku, což přispívá k jejich dalšímu růstu a vývoji (Sláma et al. 2015).
- c) Terciární folikul, známý také jako Graafův folikul, představuje poslední stádium vývoje vaječnickových folikulů před ovulací. Terciární folikuly mohou dosahovat velikosti až 2 cm a mají komplexní strukturu. Jejich stěna se skládá z vnitřní a vnější vrstvy, přičemž vnitřní vrstva je bohatá na buňky, zatímco vnější vrstva je tvořena vazivem. Pod těmito vrstvami se nachází zrnitá vrstva s 4 až 5 vrstvami folikulárních buněk. Na straně folikulu odvrácené od povrchu vaječnicku je umístěn vejconosný hrbolek, kde se nachází vaječná buňka (oocyt II. řádu), obalená *zona pellucida* a *corona radiata*. Terciární folikuly jsou připraveny k uvolnění zralého oocyty během ovulace, což je klíčový moment v reprodukčním cyklu (Sláma et al. 2015). Podle Schilla (2008) je ovulace definována jako proces, při kterém dochází k ruptuře stěny folikulu, uvolnění folikulární tekutiny a samotné vaječné buňky.

Popis vaječnicku spolu s různými stádii vývoje folikulů je zobrazen na obrázku 1.



Obrázek 1: Folikuly utvářené ve vaječniku (König & Liebich 2020).

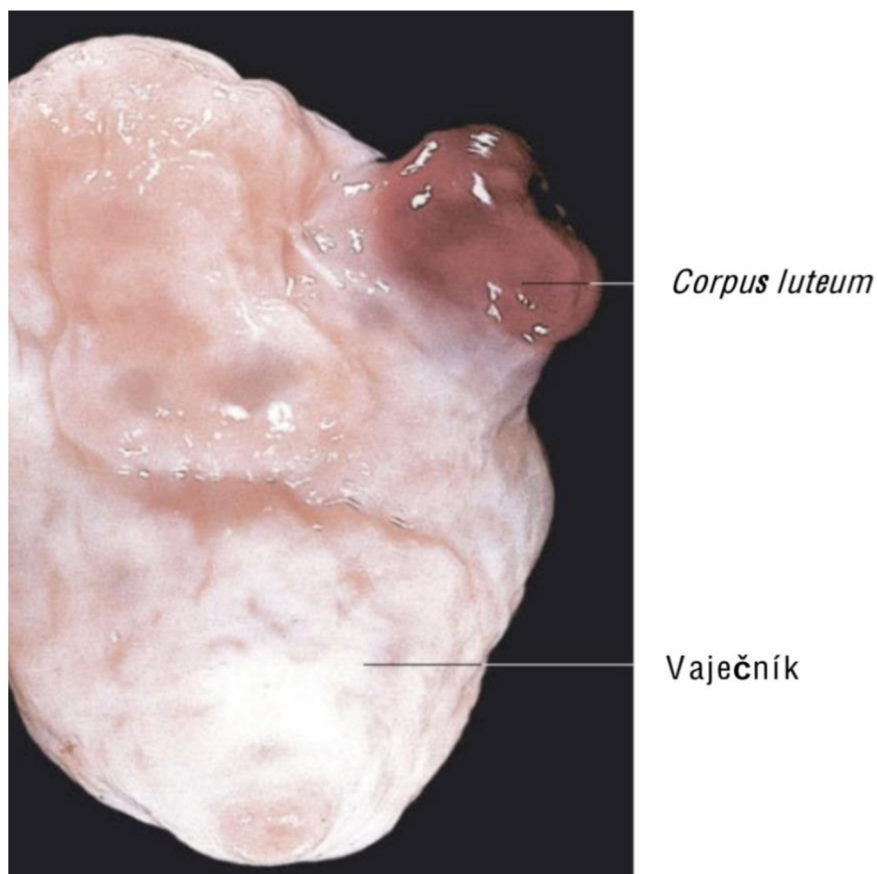
U dojnic se obvykle vyvíjí jediná vaječná buňka, což je dáno uniparitou náležící tomuto druhu. Přestože je tento druh zvířete unipární, v některých případech dochází k vývoji dvou vaječných buněk s následnou možností gravidity dvojčat (Schillo 2008).

Vznik a funkce žlutého tělíska

Žluté tělísko, neboli *corpus luteum* (CL), hraje zásadní roli v reprodukčním cyklu. Tento orgán se formuje z folikulu po ovulaci. V průběhu tohoto procesu se folikul transformuje na *corpus haemorrhagicum*, což je fáze, kdy do folikulu pronikají krevní kapiláry a fibroblasty a dochází k proliferaci luteinizujících buněk. Tyto buňky se transformují v luteální tkáň, která produkuje progesteron. Progesteron je hormon nezbytný pro udržení březosti, neboť omezuje aktivitu imunitního systému a připravuje tělo na udržení embrya. Taktéž inhibuje další ovulaci prostřednictvím negativní zpětné vazby na uvolnění luteinizačního hormonu (LH) (Doležel et al. 2015).

CL je složen z heterogenní tkáně, která obsahuje nejen endoteliální buňky a steroidogenní luteální buňky velké i malé, ale také fibroblasty, hladké svalové buňky a imunitní buňky. Synchronní funkce těchto různých typů buněk zajišťuje správné fungování celého orgánu (Schams & Berisha 2004). Kromě progesteronu CL produkuje také relaxin, který je důležitý pro přípravu porodních cest, a oxytocin, který se podílí na regresi žlutého tělíska na konci cyklu, což umožňuje začátek cyklu nového (Doležel et al. 2015).

Výše zmíněný *corpus luteum* utvářený na vaječniku je znázorněn na obrázku 2.



Obrázek 2: Vaječník spolu s žlutým tělískem krávy (König & Liebich 2020)

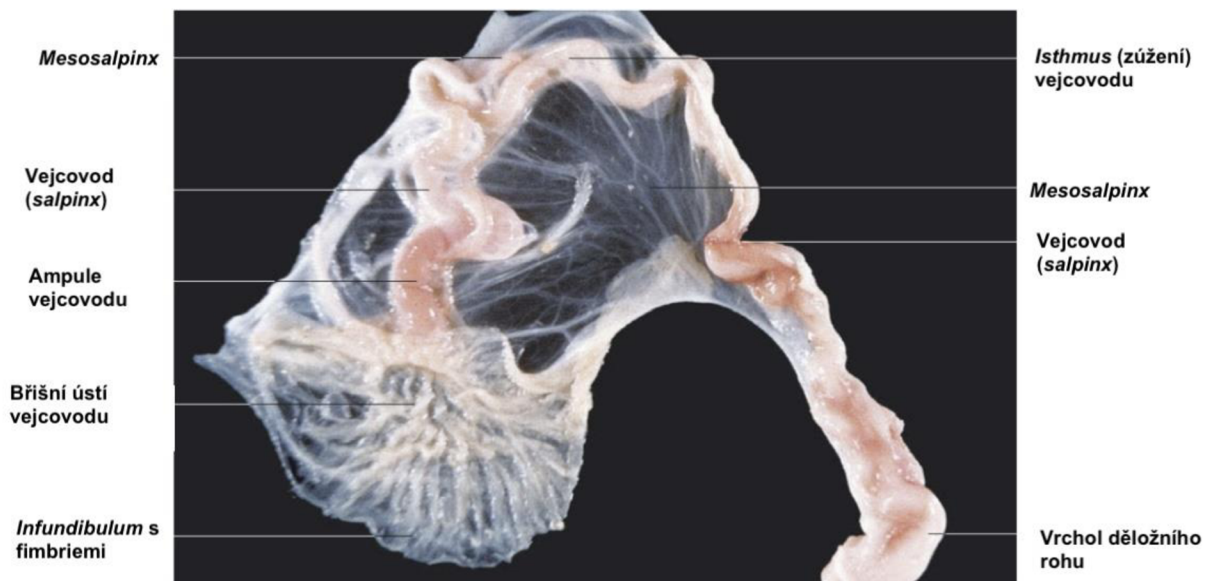
3.2.1.2 Vejcovody

Vejcovody mají délku přes 200 mm (Webster 2020). Jedná se o párové trubičkovité útvary, jejichž vnitřní povrch je pokryt sliznicí. (Obrázek 3) Sliznice vejcovodu je tvořena víceřadým cylindrickým epitelem s řasinkami. Během období říje tato sliznice produkuje sekret, který je bohatý na proteiny a slouží k výživě oplozeného vajíčka během jeho cesty vejcovodem (Louda et al. 2007).

Struktura vejcovodu se rozkládá do tří segmentů, z nichž každý plní určitou funkci v rámci reprodukčního cyklu (Marini & Teijeiro 2022).

- a) Rozšířená nálevka vejcovodu – vstupní část, která se nachází v bezprostřední blízkosti vaječnicků. Nálevkovitý konec je opatřen trásněmi (Hopper 2021). Tyto trásně, též známé jako fimbrie, aktivně přispívají k přilákání nově uvolněného oocyty a nasměrování dále po vejcovodu (Mansour et al. 2023).
- b) Břišní ústí – otvor o délce 2 mm (Marvan et al. 2017), který ústí do *Ampula tubae uterina* což je větvenovité rozšíření, kde obvykle dochází k oplození (König & Liebich 2020).

Primární funkcí vejcovodu je zprostředkování transféru oocyty do dělohy, kde může docházet k jeho zahrnutí (Reece 2011). Vejcovody také slouží jako místo, kde dochází k oplození vajíčka spermii (Louda et al. 2007).



Obrázek 3: Vejcovod krávy (König & Liebich 2020)

3.2.1.3 Děloha

Děloha se skládá z děložního krčku, těla a párových děložních rohů (König & Liebich 2020). Pokud dochází k narovnání připomíná tento celek tvar písmena Y (Ball & Peters 2004). Jedná se o dutý svalový orgán, velikostně proměnlivý. Proměnlivost závisí na různých faktorech, jako je věk a reprodukční historie samice (Ball & Peters 2004).

a) Děložní rohy

Tato část orgánu dosahuje 20 až 40 cm délky a má v průměru od 1,5 do 4 cm (Ball & Peters 2004). Mezi levým a pravým děložním rohem se nachází mezirohový vaz, který je spojuje. Kráva má dorzální i ventrální mezirohové vazy, ve srovnání s malými přežvýkavci, kteří mají vaz jeden (Mansour et al. 2023).

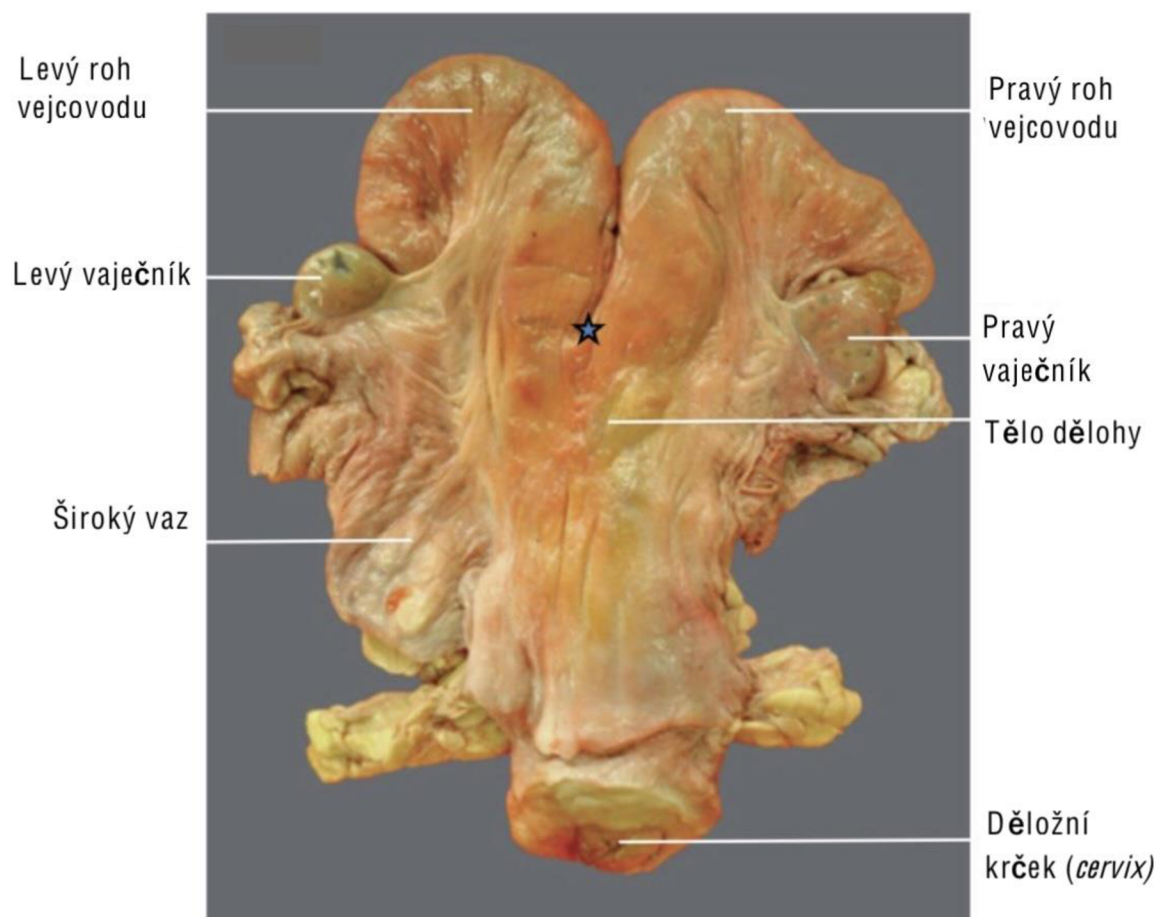
b) Děložní tělo

Tělo dělohy je 5 cm dlouhé (Ball & Peters 2004). Vnitřní povrch lemuje endometrium, které se vyznačuje mnoha houbovitými vyvýšeninami, tzv. karunkulami (Mansour et al. 2023).

c) Děložní krček neboli *cervix*

Cervix funguje jako ochranná bariéra mezi pochvou a děložní dutinou. Délka se liší v závislosti na reprodukčním stavu a věku samice. U jalovice může měřit 2 až 3 cm, zatímco u dospělé krávy může dosahovat až 10 cm délky. *Cervix* se vyznačuje silnou, vláknitou strukturou, která přispívá k jeho ochranné funkci (Ball & Peters 2004). Děložní krček zůstává po většinu času uzavřen slizniční zátkou s výjimkou říje nebo porodu telete (Mansour et al. 2023).

Děložní krček spolu s tělem dělohy je vyobrazen na obrázku 4.



Obrázek 4: Popis reprodukčního orgánu samice skotu (Mansour et al. 2023)

3.2.2 Vnější pohlavní ústrojí samice

3.2.2.1 Pochva

Pochva neboli vagína je část kopulačního orgánu, který se rozprostírá od zevního ústí děložního krčku až po vyústění močové trubice (König & Liebich 2020). Je umístěna podélně v pánevní dutině a slouží jako pářicí orgán. Obvykle dosahuje délky 20 cm a vyznačuje se pružnými stěnami, jež jsou tvořeny svalovinou, sliznicí a *adventicií*, což je vnější vazivová vrstva tvořená kolagenním vazivem (Marvan et al. 2017).

Sliznice pochvy neobsahuje žlázy a je pokryta vícevrstevným dlaždicovým epitelem (Marvan et al. 2017). U neoplozených samic se může nacházet slizniční řasa, která je analogická panenské bláně u lidí (König & Liebich 2020).

Buňky, které pokrývají sliznici pochvy, podléhají cyklickým změnám v závislosti na koncentraci pohlavních hormonů v průběhu estrálního cyklu samice. Tyto změny buněk lze využít jako spolehlivé bioindikátory pro určení fáze estrálního cyklu a optimální období pro inseminaci (König & Liebich 2020).

3.2.2.2 Poševní předsíň

Poševní předsíň představuje anatomickou strukturu kopulačního orgánu, umístěnou v jeho zadní části. Tato část se rozkládá od vnějšího otvoru močové trubice až po vnější část vulvy, což ji činí nezbytnou jak pro reprodukční, tak pro močový systém (König & Liebich 2020).

S délkou variující mezi 8 až 10 cm, hraje poševní předsíň zásadní roli v komfortu a funkcionalitě kopulace a porodu (Marvan et al. 2017).

Vestibulární žlázy, specifické pro tuto oblast, produkují sekret, který sliznici udržuje vlhkou. Vlhkost usnadňuje pohlavní styk a zajišťuje hladký průběh porodu. Během období říje má sekret z vestibulárních žláz také sexuálně stimulační účinek na samce (König & Liebich 2020).

Specifickou anatomickou vlastností poševní předsíně u krav je přítomnost suburetrálního divertikula, do kterého se otevírá močová trubice (König & Liebich 2020). Tato výduť, hluboká 3 až 4 cm je slepě zakončená a zůstává ve své funkci dosud neobjasněná (Marvan et al. 2017).

3.2.2.3 Vulva

Vulva známá také jako ochod se skládá ze dvou stydkých pysků. Pysky jsou umístěny po obou stranách horní i dolní části a společně tvoří horní a dolní spojku (König & Liebich 2020). Tato anatomická část slouží jako hlavní spojka pro pohlavní styk, při kterém dochází k vniknutí býčího penisu, což umožňuje přenos spermatu do reprodukčního traktu samice. Vulva hraje také podstatnou roli při porodu. Díky své schopnosti rozšiřování poskytuje průchod telete během jeho vypuzování ven. Kromě reprodukčních funkcí funguje vulva jako výstupní bod moči, tvoří tak konečnou část močového systému a zajišťuje výstup moči z těla ven (Ball & Peters 2004).

3.2.2.4 Klitoris

Klitoris, který je rudimentárním analogem mužského penisu, se nachází v nejspodnější části vulvy (Marvan et al. 2017). Obsahuje erektilní tkáň a je bohatý na citlivá nervová zakončení (Reece 2011).

3.3 Pohlavní cyklus samic

Estrální cyklus je rytmický proces samice, který probíhá od jedné estrální fáze do druhé (Arya et al. 2023). Začátek estrálního cyklu koreluje s nástupem puberty. Puberta představuje klíčový bod v reprodukčním vývoji jalovic, označující období, kdy se zvířata stávají schopná reprodukce (Hopper 2021).

Estrální cyklus hraje v reprodukčním životě samic zvířat zásadní roli, jelikož se jedná o cyklický vzor ovariální aktivity. Tento cyklus umožňuje samici přecházet mezi obdobími, kdy není připravena k reprodukci, do období, kdy je vnímavá a připravena k páření, což může vést k úspěšnému oplodnění (Forde et al. 2011). U jalovic dochází k pubertě typicky ve věku mezi 6 až 12 měsícem věku (Forde et al. 2011). Avšak Hopper (2021) ve své knize uvádí, že existují

zprávy o pubertě, která může nastat kdykoliv mezi 6 a 24 měsícem věku. Neoficiální zprávy o otelení jalovic ve 13 měsíci naznačují, že puberta může nastat již ve 4 měsíci věku.

3.3.1 Nervové řízení pohlavního cyklu

Pohlavní funkce jsou řízeny jak nervovým systémem, tak systémem hormonálním. V centru tohoto složitého mechanismu stojí hormonální kaskáda, která spojuje hypotalamus, podvěsek mozkový (hypofýzu) a gonády. Tento systém tvoří v podstatě uzavřený funkční okruh. Hypotalamus v něm hraje zásadní roli, protože dává celému systému rytmus a řídí činnost podvěsku mozkového (Bouška et al. 2006).

Hypotalamus, významná nervová struktura středního mozku, reaguje na vnější a vnitřní podněty uvolňováním spouštěcích hormonů jako jsou gonadotropiny (GnRH). Ty stimulují adenohypofýzu k produkci hormonů folikulostimulačních (FSH) a luteinizačních (LH) (Louda et al. 2007).

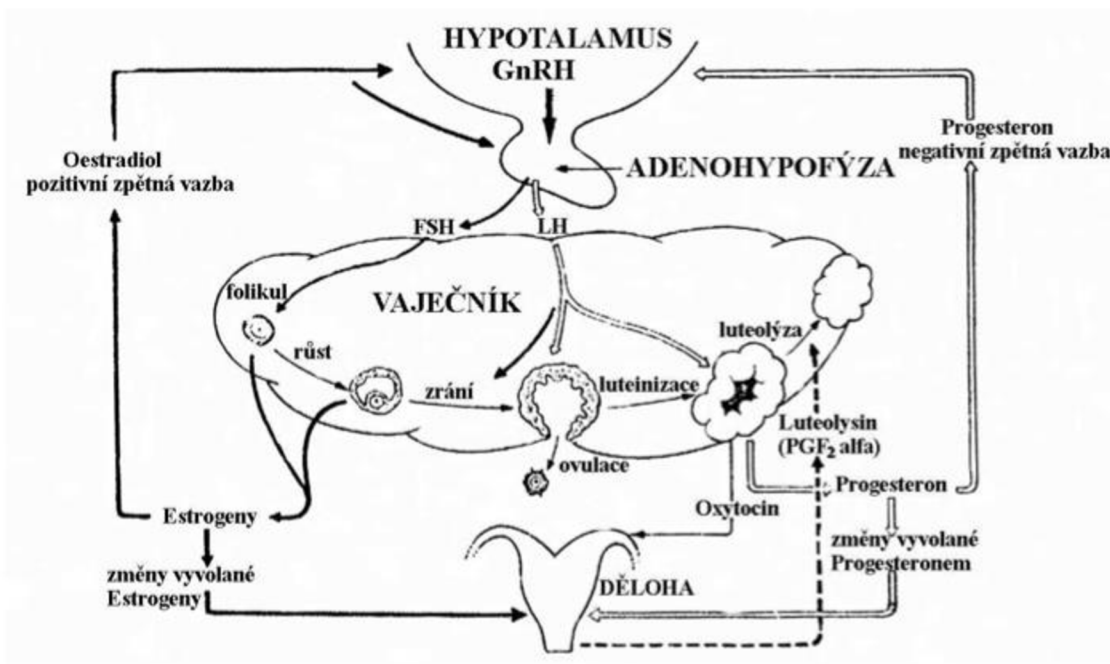
3.3.2 Hormonální řízení pohlavního cyklu

Hormonální regulace ovariálního cyklu u plemenic je řízena gonadotropními hormony. Tyto hormony jsou vylučovány hypofýzou na základě signálů z hypotalamu. V adenohypofýze dochází k produkci FSH a LH, které mají nezastupitelnou roli v ovlivnění funkce vaječníků (Bouška et al. 2006). Zatímco FSH podporuje růst folikulů, LH funguje na principu umožnění zrání oocytů a indukce ovulace (Agropress 2020).

Hormonální ovlivnění reprodukčního systému nezahrnuje pouze gonadotropiny. Hormony jako estrogen a progesteron jsou produkovány přímo v pohlavních žlázách, tedy vaječnících. Estrogeny se uvolňují z ovariálních folikulů (Agropress 2020), zatímco progesteron pochází ze žlutého tělíska (Pal & Dar 2020). Vaječnicky cyklicky procházejí folikulární fází, kdy dominují velké antrální folikuly, a luteální fází, kdy je přítomno žluté tělísko. Ve folikulární fázi folikul produkuje estrogeny, které mají vliv na reprodukční systém a stimulují projevy říje, a také pozitivně ovlivňují produkci gonadotropinů (Agropress 2020).

Po uvolnění oocytu z folikulu se na jeho místě formuje žluté tělísko, což je zdroj hormonů jako oxytocin, působící na děložní svalovinu a usnadňující postup spermií, a progesteron, který v případě oplodnění zabraňuje další produkci gonadotropinů a tím další ovulaci. Tento mechanismus tvoří negativní zpětnou vazbu na hypotalamus. Pokud nedojde k oplození, děloha začne produkovat prostaglandin F2 alfa (PGF2 α), což vede k luteolýze (Agropress 2020), zániku žlutého tělíska, přičemž dochází k postupnému útlumu produkce progesteronu a tím zahájení přípravy opakujícího se vývoje folikulů (Bihon & Assefa 2021).

Výše uvedená hormonální kaskáda je vyobrazena na obrázku 5.



Obrázek 5: Hormonální řízení pohlavního cyklu krav (Louda et al. 2007)

3.3.3 Stádia pohlavního cyklu

V estrálním cyklu se rozlišují dvě hlavní fáze, luteální a folikulární. Tyto fáze se dále dělí z hlediska změn v reprodukčním traktu a chování samice na čtyři stadia: proestrus, estrus, metestrus a diestrus. Délka estrálního cyklu se pohybuje mezi 18 až 24 dny (Forde et al. 2011).

3.3.3.1 Proestrus

Přibližně 17. den pohlavního cyklu dochází k proestru. Tato fáze je důležitá pro přípravu samice na oplodnění, jelikož dochází k zrání ovariálních folikulů a zvyšování hladiny estrogenu, což stimuluje reprodukční behaviorální projevy a fyzické změny. (Doležel et al. 2015).

Na vaječnicích během proestru lze pozorovat jeden nebo více dominantních folikulů o průměru 10 až 16 mm. Toto období je také spojeno s regresí žlutého tělíska, což je proces snižování produkce progesteronu. Detekce regrese žlutého tělíska a folikulů je možná makroskopicky, palpačně i sonograficky.

Děloha v této fázi vykazuje zvýšený průtok krve, při palpaci je zatažena do pánve a její rohy se více stáčí. Děložní stěna je tužší a poševní sliznice více prokrvená a pokrytá hlenem. Děložní krček je uvolněný, což umožňuje možný průnik spermií během následujícího estru (Doležel et al. 2015). Behaviorálně samice projevují zvýšenou aktivitu, nervozitu a mohou vykazovat snížený příjem krmiva (Skládanka et al. 2014).

3.3.3.2 Estrus

Samotná fáze estru je zobrazována jako období, ve kterém je samice sexuálně vnímavá (Bó & Cedeño 2018). Jedná se o vrcholnou fázi pohlavního cyklu, kdy zvíře projevuje vnější příznaky připravenosti na páření zahrnujících behaviorální a fyziologické

změny vyvolané estrogenizací. Tyto příznaky jsou klíčové pro identifikaci optimálního okamžiku pro páření či umělou inseminaci. Průměrná délka estru je 12 až 18 hodin s možností proměnlivosti (2-30 hodin) v závislosti na mnoha faktorech, včetně genetiky, zdraví, výživy a prostředí (Doležel et al. 2015).

Během estru dominuje na vaječnicích předovulační folikul o průměru 15 až 23 mm, který je snadno identifikovatelný rektální palpací nebo ultrazvukovým vyšetřením (Doležel et al. 2015).

V děloze a pochvě dochází k významným změnám spojeným s estrogenizací, jako je tvorba hľenu a změny v chování dělohy a děložního krčku (Doležel et al. 2015).

Externí příznaky estru u krav zahrnují zvýšený pohyb a aktivitu, čirý výtok hľenu z pochvy, otok vulvy, a specifické vzorce chování jako je zvětšený kontakt s jinými zvířaty, neklid a řev (Gorman et al. 2021). U jalovic jsou příznaky obvykle výraznější (Doležel et al. 2015).

3.3.3.3 Metestrus

Metestrus je fáze reprodukčního cyklu samice, která patří do luteální fáze a značí přechod z estrogenní do progesteronové fáze. Během metestru dochází k vývoji žlutého tělíska na vaječnicích, což je klíčové pro produkci progesteronu, a postupně ustupují příznaky estrogenizace. Tato fáze obvykle nastává 10 až 15 hodin po ukončení říje a trvá 3 až 5 dní (Hasbi & Gustina 2020).

Ovulace se odehrává 8 až 12 hodin po zmizení vnějších příznaků říje. Bezprostředně po ovulaci kolabovaný folikul přechází do krvavého stadia a během tří dnů začíná vytvářet tkáň nad úroveň vaječnicku. Žluté tělísko mění barvu z krvavě červené na červeno-oranžovou, což komplikuje jeho klinické zjištění. Rektální palpací obvykle zjistí po ovulaci malý, často oploštělý vaječník bez výrazných struktur (Doležel et al. 2015).

Děložní rohy, které byly původně značně ohnuté, se uvolňují a začínají přesahovat do břišní dutiny, aniž by došlo k výrazné změně jejich šířky v závislosti na fázi cyklu. Děložní krček se uzavírá, tvorba hľenu ustává a hľen se zahušťuje. Barva sliznice pochvy se mění na žluto-růžovou a vulvární otok opadá (Doležel et al. 2015).

Zvíře je během této fáze klidnější a nejeví známky sexuální aktivity, s výjimkou možného výskytu hľenu s krví v prvních dnech po říji (Doležel et al. 2015).

Diagnostika metestru je komplikovaná kvůli minimálním změnám na vaječnicích a děloze (Doležel et al. 2015). Tyto hormonální a fyziologické změny připravují tělo samice na případnou graviditu nebo další fáze reprodukčního cyklu (Hasbi & Gustina 2020).

3.3.3.4 Diestrus

Diestrus je nejdelší a relativně klidná fáze pohlavního cyklu trvající 11–13 dní, kde jsou pohlavní orgány připraveny na možnou graviditu. V této fázi obvykle na vaječnicích dominuje jedno žluté tělísko, které má za úkol udržet podmínky vhodné pro uhníždění oplozeného vajíčka a potenciální vývoj plodu (Doležel et al. 2015).

Žluté tělísko dosahuje svého maximálního vývoje zhruba do 9. dne a je charakterizováno prodlouženou osou minimálně 20 mm, zaujímá více než polovinu objemu vaječnicku a je

jasně ohraničitelné od ostatní tkáň. Dalším znakem může být ovulační papila, která je palpovatelná u dvou třetin krav (Doležel et al 2015).

V děloze dochází k intenzivní sekreci sekretu zvaného uterinní mléko, což je první zdroj výživy pro blastocystu. Děložní krček je pevně uzavřený a poševní sliznice nabývá žlutooranžové barvy. Ve vaječnicích se mohou objevit folikuly různých velikostí, ale obvykle nepřesahující 16 mm, což může někdy vést k falešným příznakům estrogenizace a nesprávně načasované inseminaci. Dynamika vývoje folikulů ve fázi diestru ovlivňuje přípravu na potenciální ovulaci v následujících fázích cyklu (Doležel et al 2015).

3.4 Detekce říje

Detekce říje hraje primární roli v úspěšnosti reprodukce stáda dojnic v mlékárenském průmyslu. Nedostatečná schopnost rozeznat říji u mléčného skotu se v posledních několika desetiletí stala předmětem vážných obav, neboť omezuje nejen možnost dosáhnout březosti, ale také konečnou míru přežití embrya, což společně snižuje reprodukční efektivitu celého stáda (Madkar et al. 2022).

Pro zvýšení plodnosti a maximalizaci produkce je klíčové soustředit se na vylepšení managementových strategií, zaměřených především na efektivní detekci říje, která se ukazuje být stěžejním faktorem pro dosažení optimálního využití reprodukčního potenciálu zvířat (Madkar et al. 2022).

3.4.1 Vizuální pozorování

Vizuální pozorování je tradiční metodou, která se opírá o sledování specifických změn v chování zvířat a na jejich pohlavních orgánech. Tato metoda však vyžaduje rozsáhlé praktické zkušenosti a je časově náročná (Říha et al. 2003).

Během říje krávy vykazují specifické změny chování, jako je opírání brady, olizování a očichování genitálií, agresivní chování, naskakování na ostatní, hlasitý projev, zvědavost, mrskání ocasem, vyšší aktivita a stíhání ušima (Palmer et al. 2010; Burdych et al. 2021). Tyto projevy, spolu s otokem, překrvením vulvy a výtokem cervikálního hlenu, jsou důležité indikátory říje (Burdych et al. 2021).

Přesto i přes intenzivní snahu pozorovatelů zůstává mnoho zvířat v říji neidentifikováno kvůli nedostatečným zkušenostem pozorovatelů nebo nespecifickým, resp. tichým projevům říje. Důležité je provádět pozorování změn chování alespoň dvakrát denně po dobu 20 až 30 minut, přičemž časování inseminace je kritické kvůli omezenému časovému oknu ovulace. Limitovaný přístup inseminační technika, který farmy často navštěvuje pouze jednou denně, dále komplikuje situaci (Říha et al. 2003).

V reakci na tyto výzvy byly vyvinuty technické zařízení pro permanentní sledování aktivit zvířat, které umožňují nejen detekci říje, ale také identifikaci metabolických a zdravotních problémů. Tyto technologie představují důležitý krok vpřed ve zlepšení efektivity reprodukčních programů a zdravotního stavu stáda (Říha et al. 2003).

3.4.2 Prostředky detekce říje

3.4.2.1 Pedometry

Pedometry jsou inovativní elektronická zařízení, která se v poslední době stala nezbytným nástrojem v moderním zemědělství, zejména v chovech skotu. Tato zařízení jsou navržena tak, aby byla připevněna k noze sledovaného zvířete, v tomto případě krávy, a umožňovala tak dohled nad jejím pohybem. Princip fungování krokoměřů je založen na automatickém a nepřetržitým zaznamenávání počtu kroků, které zvíře učiní (Yániz et al. 2006). Samotný počet kroků jako takový neposkytuje přímé informace, ale jeho porovnání s očekávaným počtem kroků, který byl pro danou krávu předem stanoven, může odhalit důležité informace o jejím chování a zdravotním stavu (Mottram 2016).

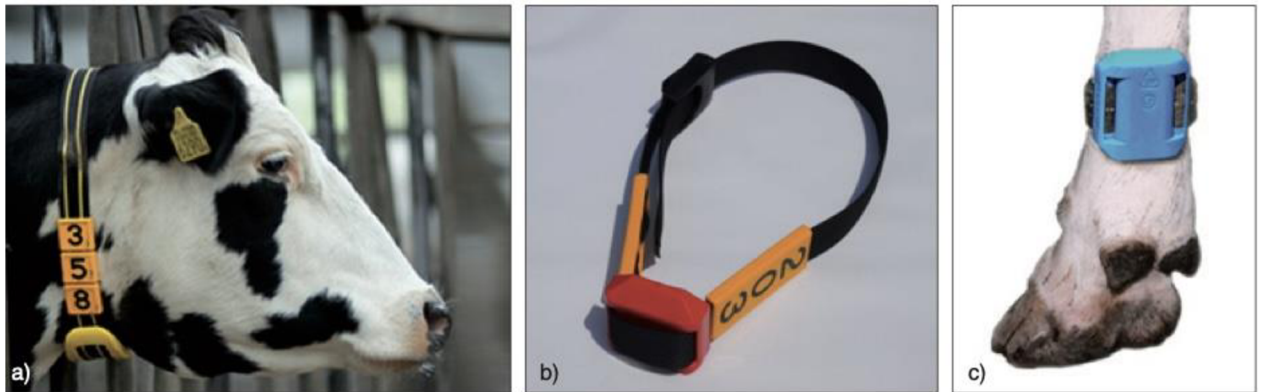
Jedním z klíčových využití krokoměřů v chovu krav je monitorování říje. Pokud počet kroků krávy překročí základní linii o předem stanovený násobitel, jedná se o silný indikátor toho, že samice je v říji. Tato informace je pro chovatele skotu velmi cenná, neboť umožňuje optimalizovat časování inseminace a zvýšit tak efektivitu reprodukčního procesu (Mottram 2016).

Důležitým aspektem využívání krokoměřů je přenos dat. Aby bylo možné data efektivně zpracovávat a využívat, musí být pravidelně přenášena do základní stanice. V praxi je toto často realizováno dvakrát denně, typicky během dojení, kdy se krávy pohybují v blízkosti zaznamenávací stanice. Tento proces umožňuje chovatelům sledovat aktivitu svého stáda v reálném čase a reagovat na jakékoli anomálie nebo změny v chování zvířat (Mottram 2016).

V počátečních fázích monitorování byly pedometry připevňovány k noze, což často vedlo k znečištění popruhů výkaly a k vyššímu riziku infekce. V důsledku toho bylo od tohoto způsobu upuštěno a přístroje se začaly umisťovat spíše na krk (Novotná et al. 2015).

V současné době se nejvíce používaným typem pedometrů stal tříosý akcelerometr, který dokáže zachytit zrychlení zařízení ve třech osách pohybu. Před samotným nasazením tohoto přístroje je nutné strávit čas v chovné stáji nebo pastvině s úkolem etologického pozorování. Tento proces je náročný, vyžaduje rozpoznání jednotlivých charakteristik chování, jako je rozlišení mezi pohybem nohy a ležením. Umístěním akcelerometru na nohu zvířete umožňuje lepší detekci polohy vůči zemi a tím vytvoření přesného algoritmu pro analýzu, zda zvíře stojí nebo leží. Tato data poskytují chovateli přesné informace o chování zvířete, které mohou být využity k vyhodnocení pohody zvířat a tvořit tak základ pro současné algoritmy detekce říje, porodu nebo onemocnění (Ježková 2024).

Výše uvedený pedometr s možnostmi přichycení na zvířeti je znázorněn na obrázku 6.



Obrázek 6: Upevnění pedometru na zvířeti a) na krku, b) detail obojku c) na noze (Novotná et al. 2015).

3.4.2.2 Aktivometry

Aktivometry jsou moderní technologické zařízení, které jsou navrženy k monitorování a zaznamenávání různých aspektů chování zvířat. Tyto zařízení, často ve formě čipů uložených v pouzdrech připevněných k obojkům (Burdych et al. 2021) nebo umístěných na ušních boltcích zvířat, jsou zásadní pro sběr dat o pohybové aktivitě, poloze zvířete, příjmu krmiva, ruminačních aktivitách a v některých případech dokonce i o tělesné teplotě (Prýmas 2019). K tomuto účelu jsou v prostorách, kde se zvířata nacházejí, rozmístěny antény, které neustále sbírají data ze senzorů. Tyto informace jsou následně analyzovány speciálním softwarem, který je schopen poskytnout chovatelům přehledné tabulky a grafy (Burdych et al. 2021). Tyto výstupy mohou například ukázat změny v aktivitě zvířat, které mohou indikovat nástup říje nebo signalizovat možné zdravotní problémy (Prýmas 2019).

Systémy monitorující aktivitu se skládají ze tří hlavních komponentů. Senzoru, který je připevněn k zvířeti, antény pro sběr dat z těchto senzorů a software pro analýzu a prezentaci dat chovateli. Sensory jsou schopny detekovat pohyb zvířete, ale také zda zvíře leží nebo stojí, ruminační aktivitu a příjem krmiva, což je zjišťováno na základě charakteristických pohybů krčních svalů zvířete. Po nasazení aktivometrů je obvykle nutné nechat systém, aby se „naučil“ základní hodnoty pro sledované parametry každého jedince, což trvá 7 až 10 dnů. Poté je možné sledovat odchylky od těchto základních hodnot, díky čemuž je možné identifikovat změny v chování zvířat (Prýmas 2019).

Aktivometry a související technologie nabízejí chovatelům pokročilejší nástroj pro efektivní monitorování a management zdraví a chování jejich zvířat, což může vést k lepšímu pochopení potřeb zvířat a optimalizaci jejich péče (Prýmas 2019).

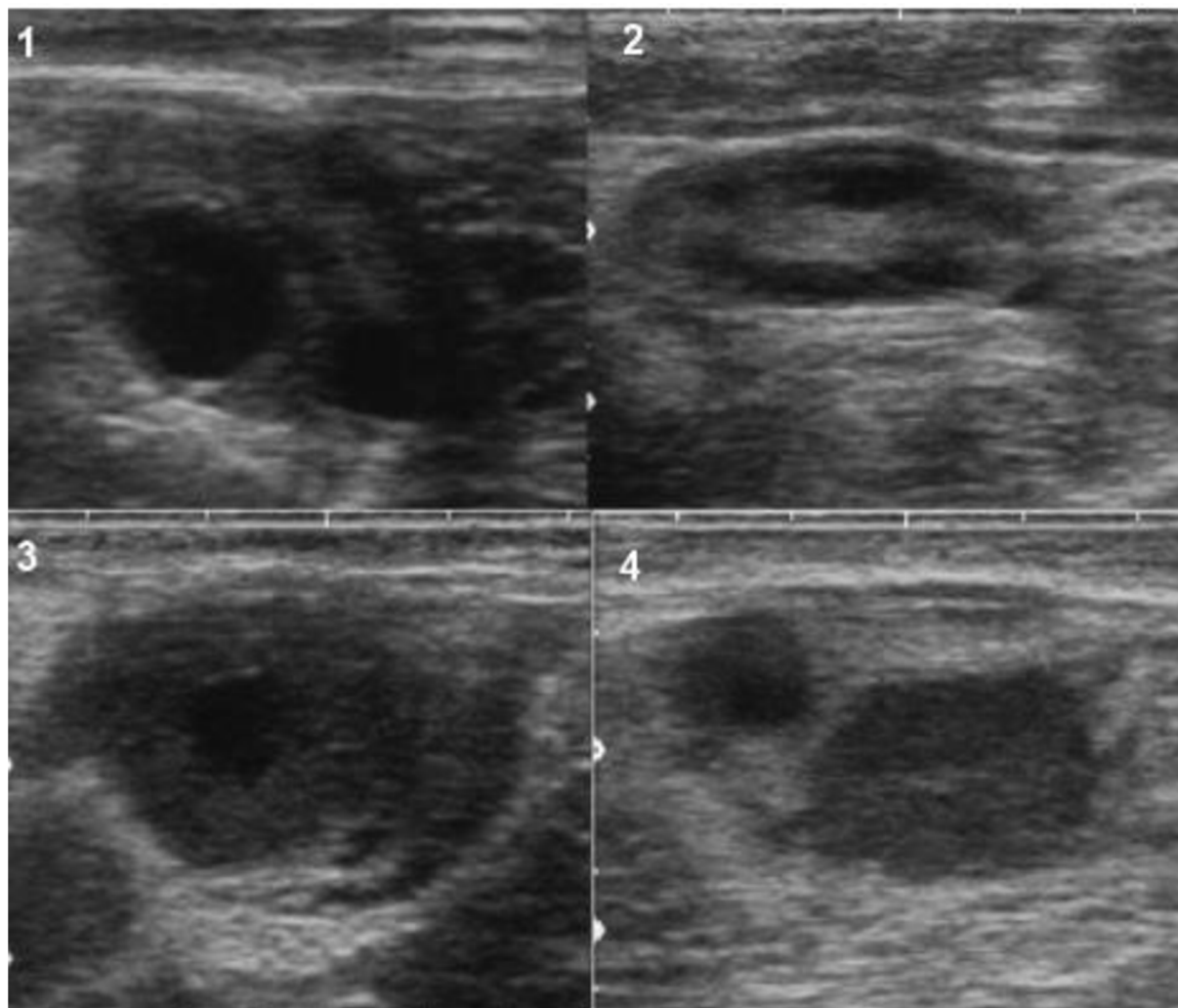
3.4.2.3 Sonografické vyšetření

Ultrasonografické vyšetření běžně fungujících vaječníků v průběhu estrálního cyklu umožňuje identifikaci dvou důležitých struktur ve vývoji: folikulu a *corpus luteum*. Ovariální folikuly se prezentují jako kulovité struktury, vyplněné anechogenní tekutinou, a objevují se v různých počtech a rozměrech. Jednou z primárních výhod ultrasonografie je možnost vizualizace folikulární tekutiny a měření průměru folikulů, což umožňuje detekci kohorty folikulů, dominantních folikulů nebo folikulů v preovulačním stadiu. Pro určení specifické fáze

vývoje estrálního cyklu u skotu je však stejně zásadní vizualizace *corpus luteum* a odhad jeho věku, jako je tomu u vizualizace ovariálních folikulů (Quintela et al. 2012).

Podle Gnemmiho (2004) je zhruba 50 % *corpus luteum* charakterizováno dutinou během prvních 10 dnů estrálního cyklu, přibližně 30 % si udržuje dutinu mezi 10. a 13. dnem po ovulaci a pouze malé procento *corpus luteum* obsahuje dutinu během gravidity. Z toho lze usuzovat, že přítomnost dutiny v *corpus luteum* naznačuje, že se nejpravděpodobněji nacházíme v první polovině estrálního cyklu, zatímco absence dutiny indikuje pozici v druhé polovině cyklu (Quintela et al. 2012).

Výše uvedené sonografické vyšetření vaječnicků je znázorněno na obrázku 7



Obrázek 7: Sonografické snímky vaječnicků. 1) Dominantní folikul, 2) Kahorta folikulů, 3) *Corpus luteum* s dutinou, 4) *Corpus luteum* bez dutiny (Quintela et al. 2012).

3.4.2.4 Měření progesteronu v mléce

Univerzálně uznávaným principem je hladina progesteronu představující definitivní ukazatel reprodukčního statusu. S nástupem estrálního cyklu u krávy je možné identifikovat začátek říje díky prvnímu zaznamenanému poklesu koncentrace progesteronu (Friggens & Chagunda 2005). Tato metoda, založená na laboratorních analýzách, se primárně aplikuje u jedinců, u nichž byla říje zjištěna na základě sekundárních známek, u krav s abnormálním intervalem mezi říjemi a u krav s dalšími reprodukčními komplikacemi (O'Connor 2022).

Ve studii provedené Beuchat et al. (2013) byl každé krávě odebrán vzorek mléka. Do plastové zkumavky, která obsahovala 30 mg azidu sodného, bylo odebráno 5 ml mléka a následně zamrzáno pro další analýzu. Před samotnou analýzou byly vzorky centrifugovány po dobu 15 minut při $1700 \times g$, čímž došlo k odstranění tukové vrstvy. Tento proces byl zopakován, a tak připravené vzorky odstředěného mléka byly dále testovány. Hladiny progesteronu byly měřeny pomocí enzymové imunoanalýzy. Citlivost použitého testu dosahovala 0,1 ng/ml, přičemž variační koeficienty uvnitř testu a mezi testy činily 8 %, resp. 12 %. Krávy, u kterých byly zjištěny hladiny progesteronu vyšší než 1 ng/ml, byly klasifikovány jako krávy s luteální aktivitou. Naopak hladiny progesteronu nižší než 0,5 ng/ml byly interpretovány jako absence luteální aktivity, zatímco hodnoty mezi těmito dvěma krajními body byly zařazeny do kategorie s nevýraznou luteální aktivitou.

3.4.2.5 Ostatní méně používané metody

3.4.2.5.1 Barevné detektory

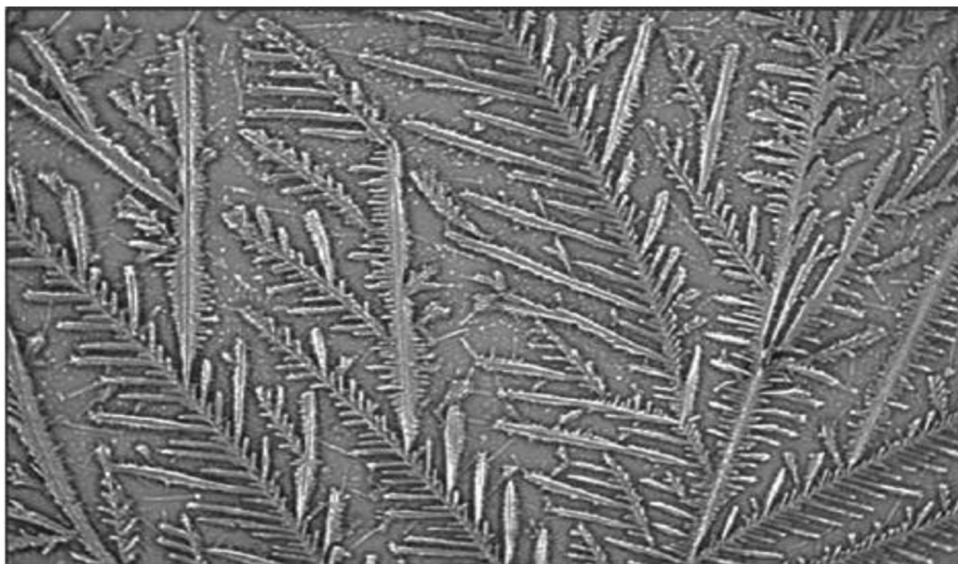
Detektory se využívají díky přirozenému chování zvířat, která na sebe při říji naskakují. Kapsle s barvou se nalepí na bedra plemenic, které chovatel pozoruje. Díky naskakování ostatních je kapsle rozmáčknuta a vytékající barva tak označuje barvou plemenic v říji (Burdych et al. 2021). Jedním z dalších možností použití barvení je nanesení pruhu barvy na kořen ocasu, kdy v momentě mechanické aktivity dochází k narušení a tím tak chovatel detekuje plemenic v říji (Palmer et al. 2010).

3.4.2.5.2 Arborizační test

Analýza vzoru krystalizace cervikálního hlenu, známá jako arborizace, se provádí mikroskopickým pozorováním na čistém sklíčku (Burdych et al. 2021). Proces zahrnuje aplikaci 2 až 3 kapek cervikálního hlenu na předmětové sklíčko, jeho rovnoměrné rozetření a následné přirozené vysušení. Krystalizace hlenu, která vytváří dendritické vzory připomínající vegetaci, jako jsou kapradiny nebo palmy (Mandal et al. 2019), je možné pozorovat bez aplikace barviva za použití standartního světelného mikroskopu (Obrázek 8). Tyto vzory jsou spojeny s určitými fázemi estrálního cyklu a koncentrací soli a vody v hlenu (Cortés et al. 2014).

Arborizace je značně ovlivněna poměrem vody a solí v cervikálním hlenu. V periovulačním období, kdy je podíl vody v hlenu vyšší než 98 % a koncentrace soli přesahuje 50 % se vytváří optimální podmínky pro migraci spermií. Naopak, s poklesem koncentrace solí dochází k redukci vodního obsahu a arborizace je méně výrazná. U březích krav s více než 90 % vodního obsahu hlenu není arborizace pozorovatelná. Maximální koncentrace sušiny hlenu a nejvýraznější krystalizační vzory jsou zaznamenány v období říje, na rozdíl od ostatních fází estrálního cyklu (Cortés et al. 2014).

Vliv hormonu na krystalizaci cervikálního hlenu je také značný. Předpokládá se, že estrogeny podporují proces krystalizace, zatímco progesteron tento proces ihibuje. Bylo zjištěno, že zvýšená arborizace v období říje je důsledkem estrogenové dominance během folikulární fáze (Cortés et al. 2014).



Obrázek 8: Typická morfologie cervikálního hlenu při říji pozorovaná pod světelnou mikroskopií (Cortés et al. 2014)

3.4.2.5.3 Říjové kalendáře

Říjové kalendáře a takzvaná „sexykola“ představovala nezbytné nástroje pro zootechniky a pracovníky v zemědělství, zejména v minulých dekadách. Tyto tradiční nástěnné pomůcky byly běžně využívány v kancelářích a na farmách pro efektivní plánování reprodukčních cyklů a odhad doby porodu u hospodářských zvířat. Funkce těchto kalendářů spočívala v poskytování rychlých a přesných výpočtů týkajících se pohlavních cyklů zvířat a optimalizaci chovatelských programů podle jednotlivých kalendářních měsíců (Burdych et al. 2021).

Využití říjnových kalendářů a „sexykol“ umožňovalo chovatelům lépe předvídat a plánovat období páření, gestace a následného porodu, což vedlo k zefektivnění chovatelských procesů (Burdych et al 2021).

3.4.2.5.4 Býk prubíř

Jednou z alternativních metod detekce říje je využití vasektomizovaných, epididymektomizovaných nebo chirurgicky upravených býků prubířů. Tyto zvířata, nevhodná pro reprodukční účely, mohou být použita k identifikaci říje u samic (Fields et al. 2001).

Vasektomie, při které jsou chirurgicky přerušeny chámovody, vede k sterilizaci býka, avšak neovlivňuje jeho sexuální chování (Fields et al. 2001).

Epididymektomie, zahrnující odstranění části nadvarlete, brání spermiiím v dosažení penisu, čímž zabraňuje oplodnění (Fields et al. 2001).

Chirurgická úprava penisu, známá jako odchylka penisu, spočívá ve změně umístění předkožky a penisu tak, aby se zabránilo oplodnění. Tyto metody umožňují efektivní detekci říje u samic bez rizika nechtěného oplodnění a částečně zabraňují šíření pohlavních nemocí (Fields et al. 2001).

3.4.2.5.5 Androgenizovaná samice

Androgenizované samice jsou většinou krávy vyřazené z chovu. Těmto kravám se obvykle podává injektovaný testosteron ke stimulaci samčího chování (Perry 2004).

3.5 Činitele ovlivňující zabřezávání krav

Neplodnost u hospodářských zvířat představuje významnou ekonomickou zátěž a omezuje dosažení optimální efektivity v živočišné výrobě. Tento problém je zvláště patrný v odvětví mléka, kde ztráta produkce mléka a zvýšená míra vyřazování zvířat představují značné ekonomické ztráty. Příčiny neplodnosti jsou mnohočetné a komplexní, zahrnující poruchy ve vývoji a zrání Graafových folikulů, problémy spojené s říjí, ovulací, úspěšným pářením, oplodněním, implantací, vývojem plodu a jeho obalů. Jakékoli narušení těchto procesů, ať už způsobené chorobami, podvýživou, nevhodným řízením stáda, genetickými či vrozenými faktory, hormonálními poruchami nebo změnami v prostředí, může vést k neplodnosti zvířete (Kaltungo & Musa 2013).

3.5.1 Faktory vnější

Farmový chov skotu je organizován v kontrolovaném prostředí, kde jsou zvířata chována v uzavřeném prostoru s pevně stanovenou dobou krmení a dojení a jsou obklopena stálými pracovníky. Toto prostředí je charakterizováno známými zvuky, pachy, pohyby a vybavením, na které jsou zvířata zvyklá. Jakákoli změna v tomto prostředí, ať už pozitivní nebo negativní, vyvolává u skotu určité fyziologické reakce. Nepříznivé podněty, jako jsou přemístění, zavádění nových technologických procesů, neidentifikované zvuky a přítomnost neznámých lidí, narušují homeostázu zvířat a mohou je uvést do stavu stresu (Bobić et al. 2011). Nevhodná výživa, podestýlka ve stáji a také již zmíněný stres, který krávy zažívají, mohou snížit reprodukční schopnost skotu (Wrzecińska et al. 2021). Stres má pro skot značné důsledky, neboť během něj dochází k centrální inhibiční mechanizmu, který umožňuje vypuzování mléka z alveolů vemene. Tato inhibice způsobuje, že mléko není z vemene úplně vyprázdněno, což může vést k jeho patologickým změnám (Bobić et al. 2011). Vliv na produkci má také výživa, technologie ustájení a dojení (Bouška et al. 2006).

3.5.1.1 Mikroklimatické parametry

Faktory okolního prostředí, jako jsou teplota vzduchu, vlhkost a sluneční záření, hrají klíčovou roli ve zdraví a pohodě skotu. Tyto faktory mohou mít na skot buď přímý, nebo nepřímý vliv, zejména v souvislosti s tepelným stresem. Zatímco krátkodobé vystavení vysokým teplotám může mít na produkční schopnosti skotu minimální dopad, dlouhodobé působení extrémního tepla může vést k závažným problémům, které ovlivňují jejich dobré životní podmínky. Tento jev má značný dopad zejména na skot s vysokou mléčnou produkcí (Idris et al. 2021).

Dalším důležitým aspektem je schopnost skotu udržovat teplotu svého těla v optimálním rozmezí, což je v podmínkách termoneutrality zajištěno termoregulačním systémem. Teplota jádra krav se typicky pohybuje v rozmezí 1 °C, od 38 °C do 39,2 °C. V těchto podmínkách je dosaženo rovnováhy mezi výměnou tepla v těle zvířete a jeho okolím, což je však dynamický proces, který se neustále mění (Herbut et al. 2019).

Problémy nastávají, když jsou krávy vystaveny dlouhotrvajícímu vysokému teplotnímu stresu, což je kombinace vysokých teplot a vlhkosti. Tento stres vede k akumulaci tepla v organismu, což je zvláště problematické během laktace, kdy je produkce tepla samicí zvýšená.

Následkem toho dochází ke zvýšení tělesné teploty, snížení příjmu potravy, a nakonec k poklesu produkční užitkovosti krav. Tento jev vyžaduje zvýšenou energetickou náročnost na ochranu před horkem, který má za následek snížení produkce mléka, reprodukční schopnosti, zvýšené riziko onemocnění a úmrtnosti (West 2003).

V reakci na tyto výzvy je nezbytné vybírat dojnice, které jsou termotolerantní, a zvažovat různé selekční strategie založené na fyzických vlastnostech, genetickém materiálu a imunitních reakcích, aby bylo možné zlepšit jejich adaptabilitu na klimatické změny a minimalizovat negativní dopady teplotního stresu (West 2003).

3.5.1.2 Výživa

Správná výživa a pečlivě vyvážená krmná dávka zůstávají základem úspěšného chovu dojnic (Teshome 2024). Je zásadní, aby byly dojnice krmeny vyváženou dávkou odpovídající jejich produkční skupině. Důležitá je i adekvátní délka krmných částic pro podporu zdraví trávicích procesů. Příjem krmiva je ovlivněn jak složením krmiva, tak i individuálními fyziologickými faktory, včetně kvality siláže a řízení krmiv (Kapusniaková et al. 2023).

Základem úspěšné výživy dojnic jsou energie, karbohydráty, aminokyseliny, mastné kyseliny, minerály a vitamíny, které zajistí dostatek živin pro produkci mléka. Správná bilance mezi udržovacími a produkčními potřebami je zásadní, přičemž je nutné zohlednit fáze produkčního cyklu a individuální rozdíly v obsahu tuku v mléce (Lesta et al. 2023). U dojnic s vysokou mléčnou produkcí se zvyšují energetické požadavky, hlavně mezi 4. a 8. týdnem laktace. Tato zvýšená potřeba energie může vést k záporné energetické bilanci (NEB), což zvyšuje riziko metabolických nemocí, snižuje imunitu a fertilitu především v prvním měsíci laktace (Roche 2006).

Nutriční management v peripartálním období je klíčový pro zajištění zdraví a reprodukční úspěšnosti dojnic. Po porodu se výrazně zvyšuje produkce mléka, zatímco příjem krmiva je často nedostatečný v důsledku poporodního stresu. Toto vede k mobilizaci tukových rezerv, zapříčiňující negativní energetickou bilanci, která může narušit estrální cyklus a snížit plodnost zvířat (Ibtisham & Newab 2018).

Během NEB dochází k zvýšení hladin neesterifikovaných mastných kyselin (NEFA) a ketolátů v krvi, což může vést ke ketóze, metabolické poruše ohrožující zdraví dojnic. Kromě energetických zdrojů je důležitý dostatečný příjem proteinů, který podporuje syntézu mikrobiálního proteinu a udržuje funkčnost reprodukčního systému. (Ibtisham & Nawab 2018).

Minerální vyvážení je rovněž kritické. Nedostatek minerálů jako jsou vápník, fosfor, zinek, selen, kobalt a mangan může vést k různým reprodukčním a zdravotním problémům. Zinek například podporuje regeneraci děložní sliznice a zvyšuje plodnost, zatímco selen zlepšuje kondici děložní sliznice a snižuje riziko embryonální mortality. Přídavek mastných kyselin a cholesterolu do krmiva může podpořit syntézu pohlavních hormonů a zlepšit reprodukční výkonnost (Ibtisham & Nawab 2018).

Pro efektivní reprodukční management je nezbytné měřit reprodukční výkonnost stáda a identifikovat potenciální zlepšení. Technická řešení mohou pomoci, ale musí být vhodně vybrána pro konkrétní socioekonomické podmínky chovatelů. Management NEB a výživy může být výrazně zlepšen použitím skóre tělesné kondice (BCS) (Chagas & Martin 2015).

Skóre tělesné kondice patří mezi důležité indikátory hodnocení výživového a

zdravotního stavu dojníc. Jedná se o pětibodový systém, v němž se jeden bod připisuje kravám vyhublým a pět bodů kravám velmi ztučněným. Hodnocení tělesné kondice je u dojníc prováděno během celé doby laktace s neustále se měnícím algoritmem (Agropress 2021). BCS rovněž výrazně ovlivňuje interval do první ovulace u krav po porodu (Lamb & Marcadante 2016). Účinnost využití krmiva a sledováním změn BCS po otelení může výrazně zlepšit reprodukční management. Optimální BCS při otelení minimalizuje dobu trvání poporodního anoestru a zvyšuje pravděpodobnost úspěšné březosti (Chagas & Martin 2015).

3.5.1.3 Nemoc

3.5.1.3.1 Mastitidy

Mastitidou se rozumí zánět vemene. Většina chovatelů si mastitidu spojuje se zanícenou čtvrtí spolu se změnou konzistence mléka. Tyto změny jsou způsobeny účinkem zánětlivé reakce krávy na infekci. Mastitida se však může vyskytovat i ve subklinické formě. To znamená, že je ve vemeni přítomná infekce, ale zároveň nejeví žádné viditelné vnější změny (Blowey & Edmondson 2010).

Laktující dojnice jsou predisponovány ke snížené imunitní odpovědi, což zvyšuje jejich náchylnost k onemocnění, především pak k invazivním patogenům, které způsobují mastitidu. S rostoucí užitkovostí krav se zároveň zvyšuje riziko vzniku mastitidy. Bylo zjištěno, že po prodělání tohoto onemocnění dochází k opožděnému nástupu estrálního chování u krav. Následně dochází ke zvýšenému počtu pokusů o zabřeznutí spolu s častější embryonální ztrátou (Walsh et al. 2011).

3.5.1.3.2 Zánět dělohy

Onemocnění dělohy představuje značný problém, který může negativně ovlivnit reprodukční užitkovost a celkové zdraví dojníc. Mezi hlavní typy děložních onemocnění patří metritida, klinická a subklinická endometritida, pyometra a cervicitida. Každé z těchto onemocnění má specifické charakteristiky a dopady na zdraví krav (Molina-Coto & Lucy 2018).

Metritida je typ děložní infekce, která se obvykle projevuje páchnoucím vaginálním výtokem a může vést k horečce u postižené krávy. Toto onemocnění je charakteristické zánětem celé děložní stěny a infiltrací obranných buněk, což může značně snížit produkční schopnost krávy (Molina-Coto & Lucy 2018).

Klinická endometritida je definována jako zánět dělohy bez přítomnosti systémového onemocnění, který se objevuje po dvaceti dnech po otelení. Projevuje se vaginálním výtokem a zánětem (Molina-Coto & Lucy 2018).

Subklinická endometritida je tichá forma onemocnění, která nemá žádné vnější klinické příznaky, ačkoliv se v děloze nachází infiltrace leukocytů, především polymorfonukleární neutrofilů, a edém. Diagnostika se provádí specifickými technikami, jako je cytokartáč nebo proplachování dělohy (Molina-Coto & Lucy 2018).

Pyometra je charakterizována akumulací hnisu v děložním lumen s přítomností perzistujícího žlutého tělíska, což je další formou infekce dělohy (Molina-Coto & Lucy 2018).

Cervicitida, zánět děložního čípku, má nejasný přímý vztah k plodnosti, ale její přítomnost společně se zánětem dělohy obvykle vede ke snížení plodnosti (Molina-Coto & Lucy 2018).

3.5.1.3.3 Tichá říje

Tichá říje, někdy také označovaná jako tichá ovulace, je běžným jevem u první ovulace po porodu u laktujících krav. Mechanismy, které stojí za ovulací po porodu bez viditelných příznaků říje, zůstávají neobjasněné. Vysoké hladiny estrogenu během pozdní fáze březosti a při porodu mohou hrát roli ve vzniku rezistence na působení estrogenu, které se objevuje při první ovulaci po porodu. Navíc se zdá, že progesteron, uvolněný z *corpus luteum* vytvořeného během subklinické ovulace, podporuje výskyt říje v následujícím ovulačním cyklu (Roelofs et al. 2010).

Při tiché říji dochází k normálnímu vývoji folikulů a ovulace, ale neprojevují se behaviorální příznaky říje. K detekci krav s touto formou říje je možné využít buď rektální palpaci, nebo testování koncentrace progesteronu v mléce (Fesseha & Degu 2020).

3.5.1.3.4 Ovariální cysty

Ovariální cysty představují významný reprodukční problém u krav, rozlišují se na folikulární a luteální s různými charakteristikami a léčbou (Stevenson & Dairyman 2012).

Hlavní příčinou jejich vzniku je porucha v hypotalamo-hypofyzárně-ovariální ose nebo dysfunkce na úrovni folikulu, což vede k tvorbě kulatých, tekutinou naplněných útvarů na vaječnicích (Doležel et al. 2015). Folikulární cysty, obvykle se objevující v prvních 15 až 45 dnech laktace, mohou spontánně regresovat u téměř poloviny krav před první inseminací do 60 dní po otelení. Luteální cysty mají naopak hrubší stěnu a připomínají žluté tělísko vylučující progesteron (Stevenson & Dairyman 2012).

Etiologie ovariálních cyst spočívá v endokrinologické dysfunkci, přičemž roli hrají jak genetická predispozice, tak nepříznivé environmentální faktory. Diagnóza spočívá v kombinaci klinického vyšetření a moderních diagnostických metod, jako je ultrasonografie a hormonální testy (Doležel et al. 2015).

3.5.1.3.5 Acyklie

Acyklie, známá také jako pravý anestrus nebo anovulační anestrus, je patologický stav u zvířat charakterizovaný absencí ovariálního cyklu a ovulace ve chvílích, kdy by měl běžně probíhat. Rozlišuje se od fyziologické absence ovariálního cyklu v určitých životních obdobích, jako je prepuberta, březost, po porodu, v období kojení nebo v seniu (Doležel et al. 2015).

Acyklie se nejčastěji vyskytuje u dojených krav a může být vyvolána řadou faktorů, včetně nedostatečné výživy, sociálního stresu nebo metabolických poruch, jako je ketóza. Diagnostika zahrnuje rektální palpaci a ultrasonografii, přičemž léčba se zaměřuje na odstranění predispozičních faktorů, hormonální indukci říje či aplikaci progesteronu (Doležel et al. 2015). Standardní léčba zahrnuje podávání analogů gonadotropin-uvolňujícího hormonu nebo několikadenní aplikaci progesteronu ve formě vaginálních tělísek (Ježková 2019).

3.5.1.4 Problémy s končetinami

Kulhavost u krav představuje zásadní problém, který má dalekosáhlé důsledky nejen na fyzické zdraví, ale i na reprodukční funkce. Dlouhodobá kulhavost je spojena s výrazným stresovým zatížením, které má bezprostřední dopad na reprodukční zdraví a plodnost krav. (Morris et al. 2011). Studie Walker et al. (2008), zdůrazňuje, že krávy trpící kulhavostí vykazují nižší míru úspěšnosti oplodnění a častěji potřebují inseminaci pro dosažení březosti, což signalizuje pokles v reprodukční efektivitě. Walker et al. (2008) uvedli, že kulhavost ovlivňuje estrální chování a sexuální aktivitu krav, což je způsobeno stresovým efektem na hormonální rovnováhu. Konkrétně se zdá, že stres způsobený kulhavostí má negativní vliv na osu hypotalamus-hypofýza-ovariální, vedoucí k snížené produkci progesteronu. Toto snížení se projevuje jako oslabení sexuálního chování během estru, což není přímo spojeno s omezením pohybu z důvodu kulhavosti. Naopak, výzkumy ukazují, že i přes fyzické omezení, kulhavé krávy projevují estrální aktivitu, avšak méně intenzivně oproti zdravým jedincům.

Kulhavost tedy představuje po mastitidě druhý nejzávažnější problém, který ovlivňuje pohodu dojnic, jak upozorňují Thomsen et al. (2023). Navíc, snaha o zlepšení genetické predispozice krav k odolnosti vůči kulhavosti je komplexní výzva. Faktory jako chovné metody a podmínky na farmě hrají významnou roli v prevalenci kulhavosti a zaznamenávání případů na mléčných farmách je často nedostatečné (Shahinfar et al. 2021).

3.5.1.5 Parazité

Parazitární infekce představuje vážný problém, který může významně ovlivnit reprodukční zdraví hospodářských zvířat. Zejména protozoární parazité jako *Toxoplasma gondii* a druhy *Sarcocystis* jsou známi svou schopností způsobovat rozsáhlé potraty u domácích přežvýkavců, což naznačuje jejich významný dopad na zdraví a produktivitu zvířat (Kaltungo & Musa 2013). Kromě toho infekce způsobená parazitem *Fasciola Gigantica* má negativní vliv na reprodukční schopnosti krav. U krav infikovaných tímto parazitem byly zjištěny výrazně delší intervaly mezi oteleními a nižší počet buněčných shluků ve srovnání s krávami, které byly proti této infekci léčeny, což podtrhuje význam boje proti parazitárním infekcím pro zlepšení reprodukčního zdraví (Copeman & Copland 2008).

Z těchto pozorování vyplývá, že parazitární infekce je jedna z negativních dopadů na reprodukční funkce (Copeman & Copland 2008).

3.5.1.6 Technologie ustájení

Správné ustájení dojnic má klíčový význam pro jejich pohodu a výrazně ovlivňuje produkci mléka. Poskytování dostatečného množství pohodlných lehacích boxů a kvalitní podestýlky umožňuje dojnicím trávit přirozeně více času ležením, což je zásadní pro jejich zdraví. Délka doby ležení je dále ovlivněna rutinními činnostmi, jako je krmení a dojení, což poukazuje na důležitost celkového přístupu k managementu stáda a nastavení optimálních podmínek ustájení. Zlepšení podmínek pro ležení přináší výrazný pozitivní dopad na zdraví, pohodu a produktivitu dojnic, což zdůrazňuje význam pečlivě zvoleného systému ustájení pro maximální mléčnou produkci (Codl & Pytlík 2023).

3.5.2 Faktory vnitřní

Plodnost a produkční schopnosti skotu jsou ovlivněny mnoha interními faktory, mezi které patří genetická predispozice a charakteristiky jednotlivých plemen, které určují jejich přirozené vlastnosti jako je mléčnost nebo růst. Věk zvířat také hraje roli, protože různé věkové skupiny mohou mít odlišné potřeby a schopnosti pro reprodukci a růst. Dále je zásadní dědičné založení, které spolu se šlechtěním a genomickou selekcí umožňuje zlepšovat užitkové vlastnosti (Louda et al. 2007).

Zdraví dobytka je dalším faktorem, ovlivňujícím jak reprodukci, tak produkci. Nemoci mohou významně snižovat schopnosti zvířat k reprodukci mléka, což zdůrazňuje význam prevence nemocí a efektivní veterinární péče (Louda et al. 2007).

3.5.2.1 Genetické faktory

Stupeň exprese vykazuje nízkou dědičnost, která činí 0,21. Navzdory tomu se liší individuálně mezi krávy, a dokonce i pro stejnou krávu od jednoho období říje k druhému. Byly popsány rozdíly mezi genetickými liniemi a plemeny. Například doba trvání sexuální vnímavosti a intenzita říje jsou u *Bos taurus* vyšší než u *Bos indicus* krávy. Obecně platí, že tmavě zbarvená plemena vykazují intenzivnější chování říje než krávy s bílým nebo červeným zbarvením srsti. Dalšími faktory související s chováním říje u krav, zahrnují poporodní anestrus, věk, produkci mléka a počet krav v estru současně (Reolofs et al. 2010).

Samotná plodnost dojnic je zásadní pro genetické zdokonalení a finanční udržitelnost stád dobytka. Tato složitá vlastnost je ovlivněna několika faktory, což činí genetické zlepšení obtížným, zejména kvůli její nízké dědičnosti. Je dobře známo, že krávy, které nezabřeznou, jsou často vyřazeny ze stáda, což zdůrazňuje význam sledování a optimalizace faktorů ovlivňujících plodnost, pro efektivní a prosperující dojně stádo (Muller et al. 2019).

Aby bylo možné posoudit úroveň reprodukčního úspěchu a efektivity chovu, využívají se různé ukazatele reprodukce ve stádech skotu. Tyto ukazatele pomáhají chovatelům lépe porozumět, jaké faktory ovlivňují reprodukční procesy a jak je možné tyto procesy optimalizovat pro dosažení co nejlepších výsledků (Agropress 2022).

3.5.2.1.1 Ukazatele reprodukce skotu

3.5.2.1.1.1 Inseminační interval

Počet dnů mezi prvním porodem a první inseminací samice vyjadřuje inseminační interval. Tento interval je ovlivněn faktory jako involuce pohlavních orgánů, obnovení ovariálních cyklů a říje. Doporučený rozsah tohoto intervalu je mezi 65 a 80 dny (Burdych et al. 2021).

3.5.2.1.1.2 Interinseminační interval

Interinseminační interval, často označovaný jako doba mezi dvěma inseminacemi, je významným faktorem v reprodukčním managementu skotu. Optimální interinseminační interval je stanoven na 21 dnů, přičemž ideální rozmezí se pohybuje od 17 do 25 dnů. Tato optimální délka je odvozena z fyziologické délky říjového cyklu u skotu, který činí průměrně

21 dnů. Hodnoty mimo tuto doporučenou hranici obvykle signalizují možné reprodukční poruchy nebo nedostatečnou efektivitu při vyhledávání říjících se plemenic (Agropress 2022).

3.5.2.1.1.3 Servis perioda

Servis perioda je časové období mezi okamžikem otelení a úspěšným zabřeznutím. Je klíčová pro zotavení zvířete po otelení a obnovu reprodukčních orgánů. U skotu je optimální servisní doba stanovena na 60 až 90 dní (Animal Husbandry 2014).

3.5.2.1.1.4 Mezidobí

Mezidobí, jakožto časové období mezi porody, je klíčovým faktorem pro zdraví a produktivitu skotu. Jeho ideální délka se obvykle pohybuje mezi 365 a 405 dny (Burdych et al. 2021).

3.5.2.1.1.5 Inseminační index

Míra úspěšnosti inseminace zemědělského stáda, vypočítána jako poměr celkového počtu inseminací provedených na kravách a telatech ke skutečnému počtu úspěšných březostí (Semenov et al. 2021).

3.5.2.1.1.6 Natalita krav

Natalita krav je jedním z nejdůležitějších ukazatelů plodnosti stáda. Vyjadřuje se počtem narozených telat na 100 krav za rok a poskytuje důležitý pohled na úspěšnost reprodukčních procesů (Louda et al. 2007).

3.5.2.1.1.7 Míra březosti (Pregnancy rate)

Míra březosti, známá také jako Pregnancy Rate, je důležitým ukazatelem reprodukční úspěšnosti v dojně stádě. Určuje procento krav, které by mohly zabřeznout v porovnání s těmi, které skutečně zabřezly během 21 denního období. Tato hodnota je vyjádřena jako procento a zahrnuje různé faktory hodnocení reprodukčního výkonu, čímž poskytuje komplexní měřítko úrovně reprodukce (Syrůček & Burdych 2015).

3.5.2.1.1.8 Délka březosti

Délka březosti je významným fyziologickým znakem spojovaným s pozitivními korelacemi s dalšími vlastnostmi, jako jsou snadnější porod, produkce mléka a délka produkčního života. V České republice byl interval délky březosti upraven v prosinci 2020 na 254 až 297 dní pro jedináčky a 248 až 291 dní pro vícečetné porody (Kašná et al. 2021).

3.5.2.2 Geneticky podmíněné choroby

3.5.2.2.1 Ovariální hypoplazie

Vrozená abnormalita, která ovlivňuje vývoj vaječnicků, je způsobena autozomálně recesivním genem s neúplnou penetrací. Tento genetický stav může vést k neplodnosti nebo úplné sterilitě zvířat, a to v závislosti na míře hypoplazie vaječnicků. Postižené vaječnický jsou extrémně redukovány, mají podobu tenkých šňůrovitých struktur. Počet oocytů a folikulů je výrazně snížen, nebo mohou být v závažnějších případech úplně absentující (Agarwal et al. 2005).

3.5.2.2.2 Intersexualia

Termín intersexualita označuje vrozené anomálie reprodukčního systému, kdy jedinec vykazuje současně nejednoznačné pohlavní charakteristiky. Tyto anomálie jsou klasifikovány jako pravý hermafroditismus, pseudohermafroditismus (samičí či samčí typ) a freemartinismus, což je stav nejčastěji diagnostikovaný u skotu. Tyto změny se vyvíjejí během embryonálního vývoje reprodukčního systému a jeho pohlavní diferenciaci, přičemž etiologie těchto stavů je spojena s genetickými a environmentálními faktory. Diagnóza se stanovuje na základě klinických příznaků, doplňkových diagnostických postupů a chromozomální analýzy. Vzhledem k podobnosti mezi jednotlivými formami anomálií je nutná pečlivá diagnostika pro správné určení typu abnormality a volbu adekvátní léčby (de Almeida et al. 2021).

3.5.2.2.2.1 Freemartinismus

Freemartinismus představuje jev neplodnosti, který se vyskytuje u samic narozených z dvojčat u skotu, a je považován za relativně častější u tohoto druhu ve srovnání s jinými. Tento specifický stav je důsledkem placentárních cévních anastomóz, které se vytvářejí krátce po implantaci embryí. Tyto spojení umožňují výměnu krevních složek a hormonů mezi dvojčaty rozdílného pohlaví, čímž dochází k významným změnám v jejich vývoji. Hlavním hormonem ovlivňujícím tento proces je anti-Mülleriánský hormon produkovaný samčím plodem, který potlačuje správný vývoj reprodukčních orgánů u jeho sesterského plodu. V důsledku této hormonální interakce dochází k maskulinizaci a neplodnosti samice, přičemž se často vyvíjejí ovotestes – struktury kombinující tkáň vaječníků a varlat a jejich vnitřní reprodukční trakt bývá nedostatečně vyvinutý. (Komisarek & Dorynek 2002).

Většina jalovic pocházejících z dvojčat se stává freemartiny, s výjimkou vzácných případů, kdy nedošlo k úspěšnému srůstu placentárních cév nebo když se jejich spojení vytvořilo po kritickém období diferenciaci orgánů (Komisarek & Dorynek 2002). U heterosexuálních dvojčat také dochází k výskytu krevního chimérismu XX/XY, který lze využít pro diagnostiku tohoto jevu různými metodami, včetně cytogenetických vyšetření (Padula 2005).

3.5.2.2.2.2 Pravý Hermafroditismus

Hermafroditismus označuje jedince s nejasným pohlavím, kde fyzické charakteristiky, včetně vnějších pohlavních orgánů, neumožňují jednoznačnou identifikaci (Takagi et al. 2005).

3.5.2.2.2.3 Pseudohermafroditismus

Samice pseudohermafroditismu je stav, kdy genetické a gonadální samice vykazuje částečnou maskulinizaci vnějších pohlavních orgánů (Takagi et al. 2005).

Výzkum provedený Takagim et al. (2005), se zabýval případem 11měsíční holštýnské jalovice s pseudohermafroditismem, který projevoval virilizované zevní genitálie, ale zachovalou ovariální aktivitu. Jalovice byla podrobena klinickému, hormonálnímu, histologickému a cytogenetickému vyšetření, včetně PCR testu za účelem identifikace chromozomu Y-specifických sekvencí. Ačkoli vnější genitálie byly maskulinizované, ultrazvuk a hormonální profil potvrdily normální ovariální funkci s pravidelným estrálním cyklem. Posmrtné vyšetření odhalilo samičí urogenitální struktury s virilizovanými zevními genitáliemi. Cytogenetická analýza odhalila XX/XY mozaicismus v urogenitálních tkáních, ale nikoli v

periferních lymfocytech, což naznačuje, že jalovice je samičí pseudohermafrodit v důsledku gonadálního mozaicismu. Tento případ přispívá k pochopení složitosti pohlavního diferencování a významu genetického a hormonálního vlivu na vývoj pohlavních orgánů.

3.5.2.2.3 Segmentální aplazie Müllerových (paramesonefrických) vývodů

Vrozená anomálie, kdy nedojde k plnému vývoji jednoho nebo více úseků tohoto reprodukčního systému. Tento stav má za následek široký rozsah abnormalit v oblasti pochvy, děložního čípku a dělohy. Je pozorován vyšší výskyt této vady u exotických plemen skotu (Agarwal et al. 2005).

Specifický výskyt u bílých jalovic krátkorohých plemen vedl k označení tohoto onemocnění jako „nemoc bílých jalovic“. Aplazie může postihnout jakoukoli část vývodného systému, nejčastěji je však zasažena oblast děložního čípku, přičemž v důsledku toho se v neúplných částech děložního traktu mohou hromadit sekrety. Objevují se i vrozené vývojové vady vejcovodů. Často se vyskytuje parciální nebo segmentální aplazie, přičemž vaječníky mohou vykazovat cyklickou aktivitu s normální sekretární funkcí a hladinou steroidů. V některých případech je přítomen pouze jeden funkční děložní roh, zatímco druhý je redukován na úzký, plochý pruh, což se označuje jako stav děložního jednorozce. Kvůli této malformaci mohou být zvířata sterilní, pokud dojde k ovulaci na postižené straně. V závažnějších případech izolovaných úseků děložního rohu dochází k dilataci vaku, což je důsledkem akumulace děložních sekretů (Agarwal et al. 2005).

3.6 Synchronizace říje

Synchronizace říje znamená manipulaci s estrálním cyklem nebo indukci estru, tak aby velký počet samic nebo skupina samic začal s estrálními cykly ve stejnou, specificky určenou dobu (Arya et al. 2023). Tato technika minimalizuje lidské chyby a řídicí náklady, což je obzvláště výhodné pro velká stáda a umožňuje plánování doby páření a porodu do ideálního období pro odchov telat, což zvyšuje jejich šanci na přežití. (Yizengaw 2017).

Historie využití synchronizace estrálního cyklu u skotu demonstruje, jak objevy základních věd vedly k rozvoji efektivních technik v zvířecí produkci, umožňující přesné načasování estru a ovulace. Regulace estrálního cyklu, buď zkrácením cyklu urychlením regrese žlutého tělíska nebo jeho prodloužením pomocí exogenních progestinů, je klíčová pro úspěšnou synchronizaci. (Yizengaw 2017).

Komerčně dostupné produkty úspěšně synchronizují estrus u většiny krav či jalovic během 5 až 7 dnů a umožňují srovnatelné počety jako u spontánního estru. Současně byly vyvinuty metody pro manipulaci s růstem folikulů a kontrolu ovulace (Yizengaw 2017).

Hormony používané k synchronizaci estru zahrnují estrogen, progesteron, GnRH a prostaglandin. Kombinace GnRH s prostaglandinem F_{2α} (PGF_{2α}) a synchronizační program založený na progesteronu představují nový přístup, umožňující lepší manipulaci s vývojem folikulů (Arya et al. 2023). Lamb et al. (2007) zdůrazňují, že synchronizace říje je jedním ze zásadních nástrojů ve správě reprodukce skotu, které umožňují výrobcům zavádět špičkovou genetiku do svých stád za nižší náklady. Novější vývoj se zaměřuje na lepší kontrolu žlutého tělíska a folikulů v protokolech pro synchronizaci ovulace, což usnadňuje použití umělé inseminace s pevně stanoveným časem a podporuje širší rozšíření těchto postupů (Lamb et al.

2007). Na synchronizaci říje úzce navazuje metoda embryotransfěr. Tato metoda asistované reprodukce plně závisí na pečlivé synchronizaci říje dárkyně vajíček a příjemkyně vajíček samice. Díky tomu se výrazně zvyšuje šance na úspěšné zakořenění a přežití embrya v děloze (Gordon 2018).

Hlavním cílem je program, který umožňuje přesnější synchronizaci estru a řídí rozdělení ovulací, což umožňuje jednorázovou, načasovanou inseminaci bez nutnosti sledování chování zvířat, čímž se zvyšuje ekonomická efektivnost (Arya et al. 2023).

3.6.1 Synchronizace ovulace

Kromě postupů upravujících nástup říje byly vyvinuty i protokoly pro zpřesnění doby ovulace, jelikož problém s nízkou úspěšností detekce říje vyvolává potřebu řídit ovulaci do přesného termínu, což umožňuje předem naplánovanou inseminaci. Velkou výhodou programů synchronizujících ovulaci je odpadání nutnosti detekce říje. Principem protokolů upravujících čas ovulace je synchronizace folikulárního vývoje, vyvolání regrese žlutého tělíska, následně indukce ovulace a provedení inseminace v předem určeném časovém horizontu. Obecně se v protokolech synchronizujících ovulaci pro kontrolu růstové dynamiky folikulů a regulaci estrálního cyklu využívají přípravky na bázi GNRH, prostaglandinu F2A, progesteronu a případně estradiolu. V současnosti je popsána řada programů přesynchronizace, synchronizace i resynchronizace a jejich různé modifikace. Výběr správného protokolu závisí na mnoha faktorech, ale vždy by se měl využít u reprodukčně zdravých, tj. cyklujících krav s fyziologickým vývojem folikulu (Šichtař 2018).

Bylo jednoznačně prokázáno, že adekvátní výsledek programu synchronizujících ovulaci je závislý na přítomnosti dorostlého dominantního folikulu v době zahájení protokolu. Doporučuje se začít se synchronizací za přítomnosti žlutého tělíska a dominantního folikulu z první folikulární vlny, tj. v první polovině luteální fáze cyklu (přibližně 5. - 11. den cyklu). Na toto rozmezí se ale nedá 100% spolehnout a při využívání programu synchronizující ovulaci je nezbytná ultrazvuková kontrola velikosti folikulu (Šichtař 2018).

3.6.2 Typy synchronizačních protokolů

Úspěšná synchronizace estru vyžaduje kontrolu jak luteální, tak folikulární fáze estrálního cyklu. Protokoly estrální synchronizace lze rozdělit do čtyř hlavních tříd: na bázi prostaglandinu (PGF2a), na bázi hormonu uvolňujícího gonadotropin, na bázi progestinu a kombinovaně (Salverson & Perry 2005).

3.6.2.1 Protokoly založené na PGF2a

Prostaglandin F2 α (PGF2 α) hraje primární roli v reprodukčních procesech samice, zejména v indukci luteolýzy, což je proces nezbytný pro zahájení nového estrálního cyklu a umožnění ovulace. Použití PGF2 α a jeho syntetických analogů, jako jsou kloprostamol nebo fenprostalen, je účinné během aktivní fáze žlutého tělíska, která obvykle nastává mezi 5. a 16. dnem estrálního cyklu. Standardní dávkování těchto látek bylo stanoveno již v 70. letech a zahrnuje dávky 25 mg PGF2 α , 500 μ g kloprostamolu nebo 1 mg fenprostalenu, které se dodnes používají v protokolech pro synchronizaci estru u dojnic (Lopez- Gatiús 2022).

V období přechodu k luteolýze dochází k vzestupu pulzací PGFM (metabolitu PGF2 α) a ke zvýšení hladin estrogenů. Pro účinnou luteolýzu je důležité aplikovat prostaglandin během funkčního období žlutého tělíska. Injekčně podávané prostaglandiny, jako jsou Lutalyse a Estrumate, zkracují luteální fázi a ovlivňují délku estrálního cyklu. Úspěšnost této léčby závisí na velikosti dominantního folikulu v době aplikace prostaglandinu. Interval do nástupu estru po aplikaci se obvykle pohybuje mezi 2 a 5 dny (Paul et al. 2015).

Synchronizace estru pomocí PGF2 α je efektivní u samic, které jsou v cyklu, ale ne u těch, které jsou acyklické. Úspěch léčby závisí na přítomnosti zralého *corpus luteum* a prostaglandin by měl být aplikován buď před posledními čtyřmi dny cyklu, nebo po prvních čtyřech dnech, což lze ověřit rektální palpací. Jako alternativou se může použít aplikace dvou dávek PGF2 α v 11denním intervalu, což eliminuje potřebu palpat *corpus luteum*, jelikož se alespoň jedna fáze žlutého tělíska během tohoto období objeví. Tato metoda je ekonomická a náklady mohou být sníženy podáním prostaglandinu intravaginálně v pětinové dávce (Elango et al. 2020).

3.6.2.2 Protokoly založené na hormonu uvolňující Gonadotropin (GnRH)

Folikuly, které se vyvíjejí v průběhu estrálního cyklu, rostou ve vlnách. Typicky, každý cyklus zahrnuje dvě až tři takové vlny. Dominantní folikul v každé vlně má schopnost ovulace, tedy uvolnění vajíčka, a je vyznačen vysokou plodností. Přítomnost progesteronu v organismu však může ovulaci dominantního folikulu zabránit. Aplikace GnRH (gonadotropin-releasing hormone) může zvýšit hladinu luteinizačního hormonu (LH), který je klíčový pro indukci ovulace dominantního folikulu i při vysokých hladinách progesteronu (Salverson & Perry 2005).

Výzkum vedený Rothem et al. (2021) zkoumal vliv podání GnRH krátce po detekci nástupu říje, detekované automatickým monitorováním aktivity, na plodnost dojníc během letních a podzimních měsíců. Studie probíhala na dvou mléčných farmách v Izraeli. Podání GnRH krátce po zaznamenání říje umožnilo synchronizaci s endogenním preovulačním nárůstem LH, což je klíčové pro uvolnění vajíčka z dominantního folikulu a zahájení nového folikulárního cyklu.

Výsledky studie ukázaly, že podání GnRH významně zvýšilo pravděpodobnost početí během podzimních měsíců, přičemž u skupiny léčené GnRH byla úspěšnost početí 56,6 % ve srovnání s 28,5 % u kontrolní skupiny. Tento efekt byl nejvíce pozorován u starších krav a u krav trpících metabolickými a děložními onemocněními po porodu. Naopak u prvorodiček a zdravých krav bez infekčních a metabolických problémů nebyl zaznamenán výrazný účinek léčby (Roth et al. 2021).

Studie také zdůraznila důležitost precizního časování podání GnRH vzhledem k detekované říji s využitím automatického monitorování, což umožňuje optimální synchronizaci s LH vlnou a zvyšuje šance na úspěšné oplodnění. Navrhovaná metoda podání GnRH by mohla být začleněna do synchronizačních programů ke zlepšení plodnosti specifických subpopulací krav (Roth et al. 2021).

3.6.2.3 Protokoly založené na Progestinu

Během estrálního cyklu, kdy je přítomen CL a koncentrace progesteronu je vysoká, je říje a ovulace inhibována. Pokud dojde k zmenšení CL a koncentrace progesteronu klesne, zvíře se vrátí ke stálé říji. Progestiny, které mají schopnost napodobovat progesteron produkovaný CL, dokážou inhibovat ovulaci a řídit estrální cyklus tím, že prodlouží luteální fázi cyklu. U zvířat, která projevují stálou říji a ovulaci po přirozené regresi CL, zavedení progestinu způsobí další růst folikulu a ovulace bude inhibována (Salverson & Perry 2005).

Po odstranění progestinu budou koncentrace progesteronu nízké a dojde ke stálé říji a ovulaci. V případě, kdy CL regreduje a krávy jsou vystaveny progestinu k inhibici ovulace dominantního folikulu, folikul bude pokračovat v růstu a stane se perzistentním folikulem. Plemenice, které mají první říji po vystavení progestinu na dobu delší než 7 dní, budou mít sníženou plodnost, ale při následné ovulaci by měly mít plodnost zcela normální (Salverson & Perry 2005).

3.6.2.4 Kombinované protokoly

Pokud se prostaglandiny, progestiny nebo gonadotropní realising hormony používají samostatně, synchronizují pouze luteální nebo folikulární fázi estrálního cyklu. Proto se většina protokolů pro synchronizaci říje kombinuje, díky čemuž dochází k pokrytí kontroly nad oběma fázemi estrálního cyklu (Salverson & Perry 2005).

3.6.2.4.1 GnRH a PGF2 α

Tato kombinace je známá jako protokoly G-P-G (GnRH-PGF2 α -GnRH), vyvinuté pro časově fixovanou umělou inseminaci, které zahrnují programy OvSynch, CoSynch a SelectSynch (Elango et al. 2020).

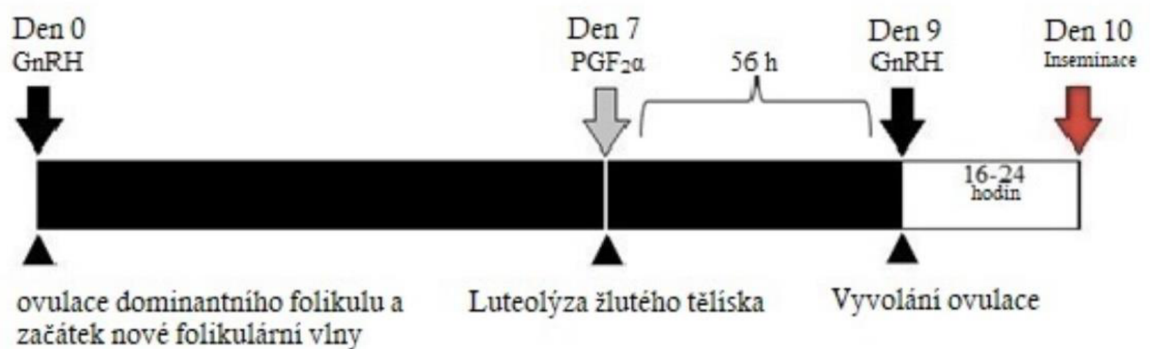
3.6.2.4.1.1 Program OvSynch

Mezi nejstarší a široce používané metody se řadí protokol OvSynch, který umožňuje efektivní řízení načasování umělé inseminace bez nutnosti fyzické detekce estru. Tento program napomáhá k indukci ovulace a synchronizaci estrálního cyklu (Moskálová & Pošivák 2023).

Protokol OvSynch představuje specificky navržený program založený na využití exogenních hormonů k urychlení dozrávání folikulů, které se stávají receptivními k LH při dosažení přibližné velikosti 9 mm. Iniciální fází tohoto protokolu je aplikace GnRH v tzv. nultý den medikace, která stimuluje ovulaci a následný vývoj *corpus luteum*. Účinnost této první aplikace GnRH v indukci ovulace se pohybuje mezi 66 % a 85 %, což je závislé na stupni zralosti folikulů v momentě terapie. Vývoj folikulů je možné detekovat pomocí ultrazvukového vyšetření již dva dny po první injekci GnRH. Sedmý den po iniciální fázi protokolu je na řadě podání PGF2 α zaměřující se na indukci rozpadu *corpus luteum*, což umožňuje další vývoj dominantního folikulu z nového vlnění. Očekává se, že ovulace tohoto folikulu nastane po druhé injekci GnRH na devátý den. Následná inseminace by měla proběhnout bez nutnosti předchozí detekce říje, obvykle 16 až 24 hodin po druhé injekci GnRH (Nowicki et al. 2017).

Použití protokolu OvSynch je neúčinnější, pokud se aplikuje na celé stádo, což umožňuje synchronizaci umělého oplodnění ve vhodném časovém okně po porodu, vedoucí ke zvýšení míry úspěšnosti březosti. Tento přístup omezuje potřebu individuální detekce říje u jednotlivých krav. Míra úspěšnosti prvního oplodnění dosažená pomocí OvSynch je přibližně 35 %, což ukazuje jeho výhodnost jako alternativu k tradiční detekci říje (Nowicki et al. 2017). Metoda OvSynch může být také využita jako léčba pro tichou říji, nezaznamenanou říji, anovulaci a zpožděnou ovulaci u dojnic. Použití protokolu OvSynch může tedy zlepšit plodnost u skotu, který je opakovaně chován, z důvodu nedostatečné detekce říje, nesprávného načasování a ovulačních defektů (Rajkumar et al. 2023).

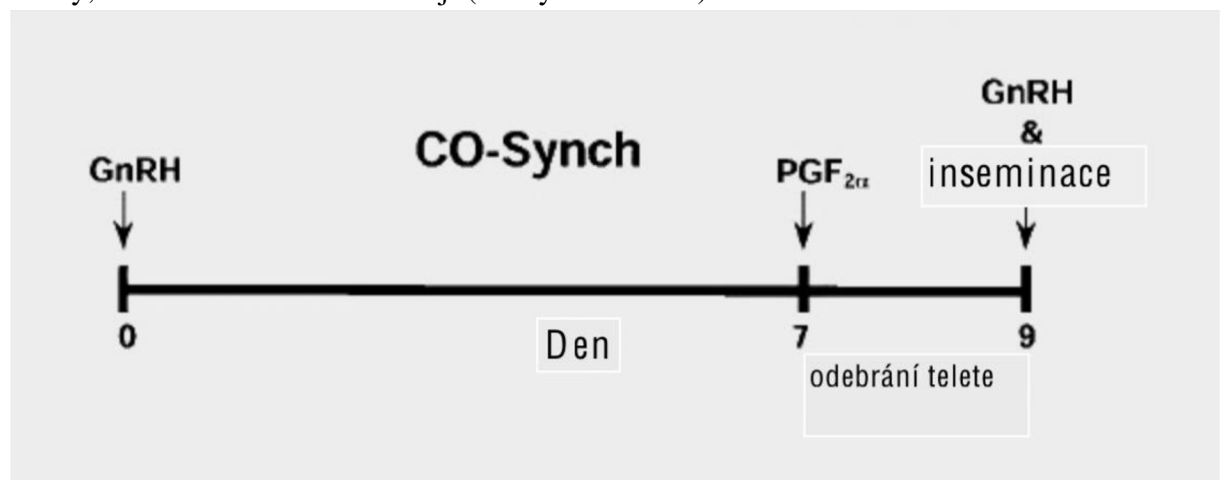
Výše uvedený protokol OvSynch je znázorněn na obrázku 9.



Obrázek 9: Schéma protokolu OvSynch (Nowicki et al. 2017).

3.6.2.4.1.2 Program CoSynch

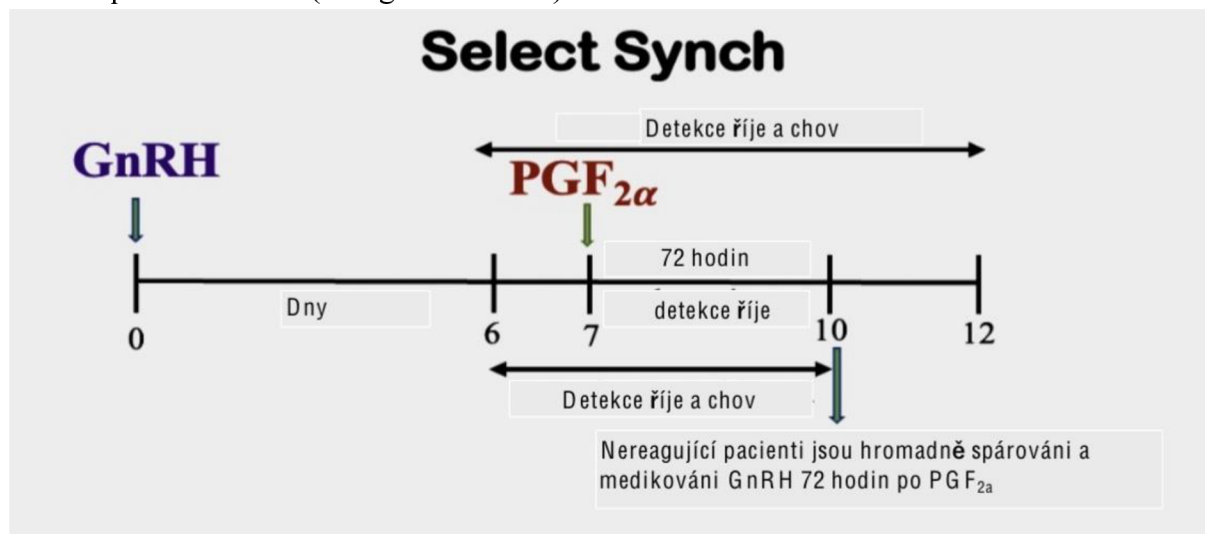
Jedním z nejběžnějších šlechtitelských protokolů používaných u dojných krav je protokol CoSynch (ELMahdy et al. 2023). Tento protokol se v mnoha ohledech podobá protokolu OvSynch. Hlavním rozdílem mezi těmito dvěma metodami je však časování aplikace druhé dávky GnRH. V rámci protokolu CoSynch se tato dávka aplikuje současně s inseminací (Obrázek 10). Tento krok zjednodušuje celý proces tak, že omezuje potřebu manipulace se samotnými zvířaty. Díky tomu je proces efektivnější a méně stresující jak pro zvířata, tak pro osoby, které se o inseminaci starají (Geary et al. 2001).



Obrázek 10: Schéma CoSynch protokolu (Geary et al. 2001).

3.6.2.4.1.3 Program SelectSynch

Protokol SelectSynch je podobný protokolu CoSynch. První injekce je rovněž podána „nultý den“. GnRH vyvolá ovulaci u cyklických samic a PGF_{2α} vede k regresi *corpus luteum* (Pandit et al. 2022). Samice, které po injekci PGF_{2α} projeví říji, mohou být inseminována před plánovaným termínem. U samic, které neprojevují známky říje, se podává druhá injekce GnRH a provádí se inseminace ve stanovený čas (10. den). Volba této synchronizace šetří náklady pomocí využitelnosti druhé injekce GnRH pouze u krav nevykazující říji (Obrázek 11). Tento protokol je velmi účinný pro stáda s dobrou rutinou detekce říje. Protokol umožňuje použití geneticky kvalitnějšího semene u zvířat, která správně projeví říji, a levnějšího semene pro umělé oplodnění načas (Elango et al. 2020).



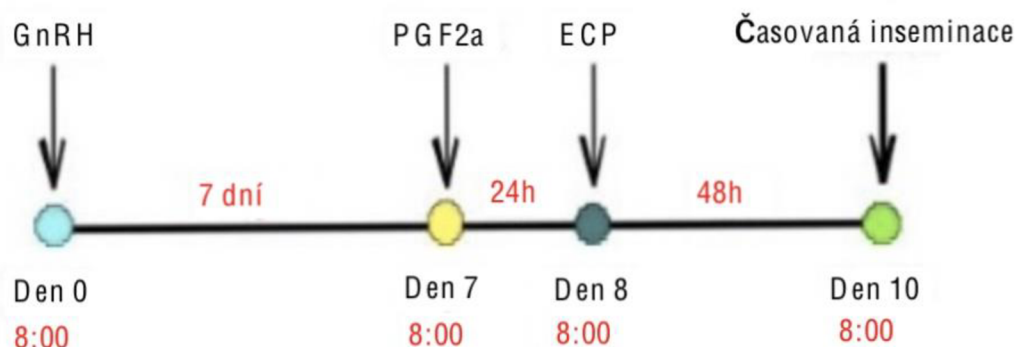
Obrázek 11: Schéma protokolu SelectSynch (Pandit et al. 2022)

3.6.2.4.2 GnRH, estrogen a PGF_{2α}

3.6.2.4.2.1 HeatSynch

HeatSynch je pokročilý protokol pro synchronizaci estru a ovulace, která využívá kombinaci hormonů GnRH, PGF_{2α} a estrogenu (Ramadhanty et al. 2020). Tento protokol se liší od standartního OvSynch tím, že druhá dávka GnRH je nahrazena estradiol cyponátem (Pancarci et al. 2002). Cílem HeatSynch je indukovat estrus a ovulaci, což umožňuje provádění umělého oplodnění v pevně stanovený čas bez nutnosti detekce klasických známek estru. Tento přístup je zvláště významný v případech, kdy je potřeba zvýšit efektivitu reprodukce u mléčného skotu. Podle studie Ramadhanty et al. (2020) bylo zjištěno, že protokol HeatSynch má úspěšnost 89,21 % ve zlepšování reprodukční efektivitu. Vzhledem k tomuto výsledku se očekává, že bude HeatSynch účinný i v řešení problémů s opakovanými plemenicemi (Ramadhanty et al. 2020). V kontextu praktické aplikace, jak popisují Moradi kor et al. (2012), začíná protokol podáním GnRH na nultý den. Následuje aplikace PGF_{2α} sedmý den a poté je osmý den podán estradiol cyponát, který má za úkol způsobit finální zrání folikulu a indukovat ovulaci. Umělá inseminace je pak realizována desátý den po zahájení protokolu. (Obrázek 12)

Heatsynch



Obrázek 12: Schéma protokolu HeatSynch (Moradi kor et al. 2012)

3.6.2.4.3 GnRH, progesteron a PGF2a

I když je tato kombinace léčiv více nákladná, její efektivita přináší větší užitek (Elango et al. 2020). CIDR nebo PRID je vaginální vložka, která obsahuje mikronizovaný progesteron (Čech & Doležel 2008). Progesteronová intravaginální zařízení se zavádějí během první injekce GnRH „nultý den“ a vyjmou se v době injekce PGF2 α sedmý den (Elango et al. 2020). Tato možnost je často využívána u jalovic nebo krav acyklických (Marková 2016). Mezi těmito dvěma metodami je rozdíl ve tvaru, povrchové plochy a obsahu progesteronu (Van Werven et al. 2013). Obsah progesteronu u zařízení CIDR je 1,38g u zařízení PRID je 1,55g progesteronu (Tibary et al. 2019).

3.6.2.4.3.1 PRID

Intravaginální zařízení uvolňující progesteron, známé jako PRID, se skládá z mikronizovaného progesteronu, který je homogenně rozptýlený v inertní silikonové pryži, a je obalený na válcové spirálové spirále z nerezové oceli. Toto zařízení je navrženo tak, aby bylo udržováno v pochvě po dobu sedmi dnů. Luteolytická dávka PGF2 α se aplikuje buď jeden den před plánovaným vyjmutím zařízení, nebo v den jeho vyjmutí. Při použití tohoto zařízení nejsou stanovena žádná omezení týkající se stažení mléka nebo masa. Pro necyklující zvířata je při vyjmutí PRID podávána injekce koňského choriového gonadotropinu, což napomáhá v indukci ovulace (Romano 2021). Zařízení PRID obsahuje 1,55 g progesteronu (Tibary et al. 2019).

3.6.2.4.3.2 CIDR

CIDR (Controlled Internal Drug Release) je zařízení používané k synchronizaci estru. Toto zařízení se vkládá do pochvy krávy a uvolňuje progesteron, klíčový hormon pro indukci estru. Progesteron se uvolňuje difuzí ze silikonové pryžové matrice, která je obalená nylonovým trnem udržujícím CIDR na místě (Muley 2019). Zařízení je ve tvaru pomyslného písmene „T“ a jedná se o pětipalcové zařízení (Králová & Šichtař 2014). Tento kontinuální přísun progesteronu zabraňuje uvolňování hormonů LH a FSH z hypotalamu, čímž potlačuje říjí a ovulaci. Po odstranění CIDR dochází k rychlému poklesu hladin progesteronu v plazmě, což vyvolává uvolnění GnRH, následně FSH a LH, což umožňuje zvířeti vrátit se do estrálního cyklu (Muley 2019).

Zařízení se používá v protokolech jako OvSynch nebo Heatsynch, které zlepšují časování ovulace a zvyšují míru oplodnění tím, že snižují projevy estru před aplikací luteolytického činidla (Králová & Šichtař 2014). CIDR je také využíván ve spojení s protokolem SelectSynch, obzvláště pokud není detekce estru před podáním PGF2 α možná, nebo pokud větší počet krav není v estrálním cyklu (Johnson et al. 2013).

Sedmidenní protokol s PGF2 α pro jalovice nevyžaduje na začátku léčby injekci GnRH, což zjednodušuje proces a snižuje náklady. Stejně tak šestidenní protokol je ideální pro delší dobu detekce estru po prvním podání PGF2 α . Je však důležité dbát na správnou manipulaci s CIDR, aby se předešlo kontaminaci a nepříznivým reakcím, jako je vaginální podráždění, které může vyvolat uvolnění GnRH. Používání rukavic a zajištění čistoty při vkládání jsou klíčové k minimalizaci rizika vaginálních infekcí. CIDR by neměl být použit opakovaně a neměl by zůstat v zvířeti déle než 7 dní, aby se předešlo snížení plodnosti (Johnson et al. 2013).

Pro krávy je možná umělá inseminace s pevně stanoveným časem, které může přinést podobnou míru březosti jako protokoly vyžadující 5 až 7 dní od zjištění říje. U jalovic je míra březosti při současných protokolech časované inseminace o 5 až 10 % nižší než při použití samotné detekce říje. Synchronizace by měla zahrnovat maximální počet samic, které může být v daném zařízení inseminováno během 3 až 4 hodin (Johnson et al. 2013).

U 7 denního protokolu CO-Synch + CIDR by měla být inseminace krav provedena mezi 60 a 66 hodinami po odstranění CIDR, zatímco u jalovic se doporučuje doba inseminace 52 až 56 hodin po odstranění CIDR. Zkrácený 5denní protokol CO-Synch + CIDR vyžaduje dvě plné dávky PG s odstupem 8 hodin, přičemž interval od odstranění CIDR do inseminace by měl být 70 až 74 hodin u krav a 56 až 64 hodin u jalovic (Larson & Randle 2018).

Výše uvedené zařízení CIDR spolu s použitím GnRH je znázorněno na obrázku 13.



Obrázek 13: Schéma synchronizace za použití zařízení CIDR (Muley 2019).

3.6.2.4.4 Resynchronizační programy

Neustálá selekce za účelem zvýšení produkce mléka snížila reprodukční užitkovost dojnic po celém světě. Právě kvůli zlepšení reprodukční výkonnosti byly a stále jsou využívány nové synchronizační metody (Kim et al. 2022).

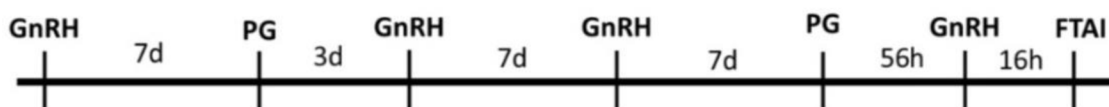
3.6.2.4.4.1 Double-Ovsynch

S příchodem nových reprodukčních protokolů, jako je Double-Ovsynch, bylo zaznamenáno zlepšení míry početí. Tento pokrok přináší značné výhody nejen v podobě vyšší míry oplodnění, ale také se pozitivně odráží na celkové reprodukční výkonnosti a ziskovosti v mlékárenském průmyslu (Macías-Muñoz et al. 2023). Jedná se o poměrně nový synchronizační protokol zahrnující dva po sobě jdoucí Ovsynch protokoly s odstupem sedmi dní (Ambarcioglu et al. 2023).

Začátek prvního OvSynch protokolu slouží jako předsynchronizace. To umožňuje, aby byl druhý OvSynch zahájen v optimalizovaném čase říjového cyklu, což přispívá k lepší plodnosti. Sedm dní po první fázi OvSynch je zahájen druhý protokol k synchronizaci ovulace (Obrázek 14). Na základě tohoto druhého OvSynch protokolu je následně provedeno umělé oplodnění v přesně vymezeném čase (Macías-Muñoz et al. 2023).

Zlepšení míry početí při použití protokolu Double-Ovsynch je připisováno několika faktorům. První OvSynch působí jako terapeutické ošetření pro krávy, které nejeví příznaky estru a současně synchronizuje náhlý nárůst folikulárního vývoje. Tato synchronizace umožňuje, aby dominantní folikul ovuloval po první dávce GnRH použité v rámci plemenného OvSynch protokolu, což vede k vytvoření dodatečného žlutého tělíska a zvýšení hladiny progesteronu během vývoje folikulární vlny v druhém OvSynch. Vyšší hladiny progesteronu během vývoje ovulačního folikulu jsou spojeny s lepší kvalitou oocytu a vyšší pravděpodobností nástupu březosti (Macías-Muñoz et al. 2023).

Výsledkem použití protokolu Double – OvSynch je také zvýšení míry početí díky kombinaci terapeutického účinku prvního OvSynch, optimalizace časování pro umělé oplodnění, a podpory lepšího vývoje oocytu díky vyšším hladinám progesteronu. Tento integrální přístup přispívá k výraznému zlepšení reprodukčních výsledků (Macías-Muñoz et al. 2023).



Obrázek 14: Schéma Double-OvSynch zařízení (Macías-Muñoz et al. 2023)

3.6.2.4.4.2 Presynch

Protokol Presynch zahrnuje podávání prostaglandinu alfa v injekční formě. Jedná se o dvě po sobě jdoucí dávky s odstupem 14 dnů. Tento protokol lze použít nejen samostatně k synchronizaci říjí, ale také před jakýmkoliv jiným synchronizačním protokolem jako kombinovanou léčbu (Např. Presynch-Ovsynch, Presynch-Heatsynch apod...) (Ambarcioglu et al. 2023).

3.6.2.4.4.2.1 Presynch-OvSynch

Presynch-Ovsynch je pokročilá reprodukční strategie zaměřená na zvýšení úspěšnosti oplodnění a celkové reprodukční zdraví u dojníc. Tento přístup kombinuje dvě fáze: PreSynch a OvSynch, s cílem optimalizovat časování oplodnění vzhledem k běžnému reprodukčnímu cyklu krav. PreSynch fáze předchází aplikaci OvSynch protokolu a zahrnuje administraci prostaglandinu F2 α (PGF2 α) dvakrát s odstupem 14 dní. Tento krok zajišťuje, že většina krav (více než 70 %) vstoupí do OvSynch fáze protokolu během optimálního časového okna, což je mezi 5. a 12. dnem cyklu, kdy jsou krávy v časně luteální fázi. Toto načasování je velmi důležité pro zvýšení plodnosti a počtu zabřeznutí, jelikož se zde maximálně využívá přirozeného reprodukčního cyklu (Machado et al. 2017).

3.6.2.4.4.2 Presynch-HeatSynch

Protokol Presynch-HeatSynch představuje sofistikovanou strategii pro řízení reprodukce u dojnic, kombinující dva účinné reprodukční programy. Nejprve dochází k předsynchronizaci krav pomocí dvou aplikací PGF2 α s čtrnáctidenním odstupem. Po uplynutí čtrnácti dnů od druhé aplikace PGF2 α začíná samotný program HeatSynch. Ten zahrnuje podání GnRH, následované za dalších sedm dní aplikací PGF2 α . Poté je kravám podán estradiol cypionát (ECP), který vyvolává zvýšenou produkci LH, a to s cílem synchronizovat ovulaci. Inseminace je pak prováděna 48 hodin po aplikaci ECP. Tento komplexní protokol má za účel optimalizovat reprodukční výkonnost dojnic a maximalizovat míru plodnosti (Thatcher et al. 2004).

3.6.2.4.4.3 PreSynch-SelectSynch

Protokol PreSynch-SelectSynch je reprodukční strategie pro dojnice, která začíná před synchronizací pomocí dvou injekcí PGF2 α v 37. a 51. den po porodu. Poté, v 65. den po porodu, dostávají krávy injekci GnRH, následovanou o 7 dní později injekcí PGF2 α . Krávy, které projeví říji během 7 dnů po poslední injekci PGF2 α , jsou inseminovány. Poté, co dostanou krávy injekci ECP 24 hodin po poslední injekci PGF2 α , jsou inseminovány buď po detekci říje do 24 hodin po léčbě ECP, nebo načasovaně 48 hodin po léčbě ECP. Tento komplexní přístup je navržen pro optimalizaci reprodukčního výkonu krav a maximalizaci míry úspěšnosti plodnosti (Cerri et al. 2004).

3.7 Rentabilita

Rentabilita skotu je výrazně ovlivněna užitkovostí krav, která má přímé i nepřímé dopady na genetické zisky, veterinární náklady, produkci mléka, strukturu produkce mléka, prodej telat a počet jalovic. Tato situace rovněž zvyšuje náklady na umělé oplodnění nebo počet potřebných býků (Krpálková et al. 2020).

V posledních 40 letech došlo k významnému nárůstu množství produkovaného mléka, avšak odhaduje se, že v roce 2022 farmy v EU vyprodukovaly o 0,3 milionu tun méně syrového mléka než v předchozím roce, přestože množství vyrobeného mléka stále převažuje (Bedetti & Coeurderoy 2023). Eurostat uvádí, že v roce 2022 bylo celkem 160 milionů tun syrového mléka, z čehož 149,9 milionů tun bylo dodáno do mlékáren a zbytek byl využit v zemědělských podnicích (Wyrzykowski et al. 2018).

Zohledněním údajů z IFCN Dairy Outlook lze ale zároveň předpokládat, že do roku 2030 dojde ke zvýšení produkce mléka až o 35 % ve srovnání s rokem 2017. Tento předpoklad má zásadní vliv na budoucí rentabilitu odvětví, avšak tato projekce je třeba vnímat v kontextu a s ohledem na další proměnné, včetně ekonomického prostředí a politických faktorů (Prýmas 2020) Dále je třeba zdůraznit, že stát hraje významnou roli v regulaci a podpoře tohoto odvětví, což má vliv na jeho celkovou rentabilitu (Gacovski et al. 2023).

3.7.1 Rentabilita mléčné produkce v České republice v roce 2022

Produkce mléka je nezbytným pilířem agrárního průmyslu v České republice, a její hospodářský význam se neustále zvyšuje v důsledku různých vnitřních a vnějších faktorů. Tato produkce hraje klíčovou roli v zachování chovatelských aktivit a zajištění nezávislosti země na

dovozu mléčných produktů. Ekonomická efektivita tohoto sektoru je zásadní pro udržitelný rozvoj a prosperitu českého zemědělství (Bartoň & Syrůček 2019).

Vývoj v sektoru výroby mléka v České republice je ovlivněn trendem na evropském i globálním trhu. Od počátku roku 2022 došlo k poklesu dodávek od hlavních evropských a světových producentů mléka, což vyústilo ve zvýšení výkupních cen mléka i v ČR. Během roku 2022 výkupní cena mléka v České republice i dalších státech Evropské unie prudce vzrostla a dosáhla průměrně nejvyšších hodnot oproti předchozím letům. Podle údajů Evropské komise se průměrné roční ceny v unii mezi roky 2021 a 2022 zvýšily o 36 %. V České republice tento nárůst činil přibližně 28 %. Tento růst cen částečně kompenzoval zvýšené náklady, které byly primárně spojeny s vyššími výdaji za krmiva a energie (Valechovská 2023).

Ve sledovaných podnicích zabývajících se chovem dojnic byly hlavní nákladové položky v roce 2022 identifikovány jako krmiva (43,9 %), pracovní náklady (13,4 %), režijní náklady (11,5 %) a odpisy krav (7,9 %) (Agropress 2023). Tyto kategorie tvořily celkem 76,7 % z celkových nákladů. Průměrné roční náklady na krávu dosáhly 97,7 tisíc Kč, což je ekvivalentní 268 Kč na krmný den. Výnosy z vedlejších produktů, jako jsou telata a statková hnojiva, tyto náklady snížily o 4,1 %, čímž se konečné náklady snížily na 93,7 tisíc Kč na krávu ročně, tedy 257 Kč na krmný den. V roce 2022, kdy byla průměrná produkce mléka 9 111 litrů na krávu, činily náklady po odečtení vedlejších produktů 10,29 Kč na litr mléka. Tyto náklady se oproti předchozímu roku zvýšily o 9 948 Kč na krávu (což je nárůst o 12 %) a o 0,87 Kč na litr mléka (nárůst o 9 %) (Syrůček et al. 2023).

Jak zdůrazňuje Ježková (2022), náklady na krmiva představují největší variabilní výdaj v chovu skotu, což vyžaduje pravidelné sledování a vyhodnocování indexu příjmů ve vztahu k nákladům na krmiva. Toto sledování umožňuje optimalizaci procesů krmení a zvyšování ekonomické efektivity. K dosažení vynikajících finančních výsledků je nutné nejen pečlivě monitorovat ekonomické parametry, ale také dosahovat výjimečných výsledků v produkci a reprodukci skotu.

V roce 2022 se v České republice pozoroval pokles počtu dojnic, kdy celkový počet klesl o 5 690 na celkových 356 653 krav. Přes tento pokles však došlo ke zvýšení průměrné dojivosti, což naznačuje zlepšení efektivity chovu. Produkce mléka dosáhla celkového objemu 3 251,40 milionu litrů, s tržností dosahující 97,20 % (Staněk 2023). Podle nejnovějších údajů dosáhla průměrná nákupní cena mléka výše 11,40 Kč za litr, což je o 2,36 Kč více než v předchozím roce a zároveň nejvyšší cena od roku 2014 (Obrázek 15). Tento vzestup ceny byl poháněn sníženými dodávkami od hlavních evropských producentů a zvýšenou poptávkou, což vyústilo v roční nárůst ceny o 26 % oproti roku 2021 (Syrůček et al. 2023).

Celkově rok 2022 přinesl českému zemědělství významný ekonomický úspěch, kde Český statistický úřad odhaduje nárůst ekonomického výsledku na 28 miliard Kč, což představuje meziroční zvýšení o 5,8 %. Růst cen mléka a jatečného skotu, společně se zvýšenými náklady na krmiva a energie, hrál klíčovou roli v tomto ekonomickém nárůstu. Tento trend očekávaný pokračování v následujících letech naznačuje, že lokální trhy budou nadále ovlivněny vývojem na evropských a globálních trzích, jak potvrzují data Evropské komise o 36% zvýšení průměrných ročních cen v EU mezi roky 2021 a 2022. V komentáři Českého statistického úřadu se uvádí, že hodnota živočišné produkce v roce 2022 vzrostla o 23 % ve srovnání s předchozím rokem. Tento nárůst byl primárně poháněn vyššími cenami živočišných komodit, přičemž ceny skotu vzrostly o 29,1 % a mléka o 25,4 %. Nicméně, i přes

tyto pozitivní trendy v roce 2022, první měsíce roku 2023 ukazují pokles výkupních cen mléka. (Syrůček et al. 2023).

Podle Syrůčka et al. (2023) se chovatelé v minulém období neustále potýkali s nadprůměrnou inflací, což vedlo k dalšímu zvyšování jejich provozních nákladů. Tyto faktory naznačovaly, že ekonomické výsledky výroby mléka v roce 2023 nemusely být tak příznivé, jak tomu bylo v předchozím roce 2022.



Obrázek 15: Průměrná cena mléka placená mlékárnami v ČR od roku 2014 do roku 2022 (Syrůček et al. 2023).

3.7.2 Vliv synchronizace říje na plemenné hodnoty pro plodnost u dojného skotu

Vliv synchronizace říje na hodnoty plemen u dojného skotu má zásadní význam pro zvýšení efektivity reprodukce a celkové produktivity v chovech po celém světě. (Haile-Mariam et al. 2023).

Synchronizace říje, zvláště prostřednictvím protokolů jako OvSynch a jeho variant, se stala klíčovou technikou v managementu reprodukce dojnic po celém světě (Bartoň 2023). Protokoly OvSynch a jejich varianty, jako je PreSynch-OvSynch a Double-OvSynch, jsou založeny na administraci GnRH (gonadotropin-releasing hormone) a prostaglandinu, které regulují cyklus krav tak, aby bylo možné přesně načasovat umělé oplodnění. Tyto protokoly demonstrují zvýšené míry zabřezávání, které se pohybují od 40 do 50 % u vysokoprodukčních stád. Výzkumy ukazují, že využití těchto protokolů vede k signifikantním zlepšením v reprodukčních výsledcích ve srovnání s tradičním spoléháním na detekci říje kravami (Lynch et al. 2021).

Aplikace hormonální synchronizace společně s umělým oplodněním přináší značné výhody, včetně synchronizace laktace, což zásadně zvyšuje efektivitu produkčního procesu (Rusdiana et al. 2020).

Jedna z nedávných metaanalýz provedených Ambarcioglu et al. (2023) zkoumala efektivitu různých protokolů synchronizace ovulace u dojnic a jalovic. Tato studie porovnávala PreSynch+OvSynch, PreSynch+HeatSynch a PreSynch>SelectSynch a zjistila, že kombinace PreSynch+OvSynch vykázala nejlepší výsledky ve srovnání s ostatními zkoumanými protokoly. V rámci této analýzy bylo zahrnuto 19 416 krav a jalovic, což dává závěrům značnou váhu.

Kromě zvýšení míry zabřezávání je však třeba vzít v úvahu i potenciální dopady na genetické hodnocení plodnosti. Synchronizace říje může maskovat přirozené rozdíly v plodnosti krav, což ztěžuje správné hodnocení a selekci geneticky nadaných jedinců. Tento faktor je zásadní pro dlouhodobou udržitelnost a zlepšení genetických linií stád (Bartoň 2023).

Pokračující výzkum a inovace jsou klíčové pro zlepšení a optimalizaci protokolů synchronizace říje. Inovace v hormonálních aplikacích, lepší pochopení fyziologie reprodukce a vývoj nových technologií mohou přinést řešení, která zmenší negativní efekty na genetické hodnocení a zároveň udrží nebo dokoncelepší reprodukční výkon stád (Čítek 2018).

4 Závěr

Z oblasti reprodukce a produkce bylo zjištěno, že úspěch v chovu skotu závisí na důležitých a vzájemně provázaných aspektech. Klíčové je pochopení fyziologie krav a důkladné porozumění fázím estru. Tyto informace jsou následně aplikovány pro zvýšení reprodukční efektivity ve chovech skotu. Pro chovatele dojného skotu, kteří nemají přístup k moderním pomůckám pro detekci říje, jako jsou pedometry nebo aktivometry, a provozují spíše menší podniky, je nezbytné zaměřit se především na pozorování jednotlivých projevů říje a jejich zaznamenávání v kalendářní formě.

Ve větších podnicích, které mají přístup k lepším diagnostickým technologiím pro sledování krav v říji, je zásadní tyto technologie správně používat a porozumět jim, aby bylo dosaženo optimálních diagnostických výsledků. Bez ohledu na velikost podniku je důležité věnovat pozornost celkové problematice chovu skotu a vyvarovat se faktorů, které mohou negativně ovlivňovat reprodukční cykly samic. Mezi tyto faktory patří infekce, paraziti, stravovací návyky nebo genetické predispozice, na které musí chovatelé dávat pozor.

Pokud jsou všechny negativní vlivy eliminovány, je možné v chovech aplikovat farmaceutické procesy, jako je synchronizace říje. Synchronizace říje umožňuje kontrolu času první inseminace, zlepšuje reprodukční výsledky anovulárních krav, zvyšuje míru zabřeznutí a nabízí další možnosti pro zlepšení reprodukce skotu, například pomocí embryotransferu. Tato technika má pozitivní dopad na celkovou ekonomiku stáda a stává se stále častěji využívanou praxí ve zlepšování reprodukčních procesů ve chovech skotu.

Díky těmto postupům a technologiím mohou chovatelé skotu dosahovat lepších výsledků, což vede k efektivnějšímu a udržitelnějšímu vedení jejich podniků ve světě zemědělství. Význam správného managementu a aplikace pokročilých reprodukčních technik nelze podceňovat, protože přímo ovlivňují produktivitu a zdraví stáda.

Chovatelé by měli být vybaveni nejen potřebnými znalostmi, ale také podporou ve formě školení a přístupu k nejnovějším výzkumům a technologiím. Vzdělávání v oblasti nejnovějších reprodukčních technologií a managementu stáda je pro chovatele neocenitelné. Přístup k těmto informacím pomáhá nejen zlepšovat efektivitu chovu, ale také zvyšuje konkurenceschopnost na trhu.

Závěrem lze říci, že úspěch v reprodukci a produkci skotu vyžaduje holistický přístup, který zahrnuje pečlivé plánování, aplikaci moderních technologií a metod, stejně jako neustálé vzdělávání a adaptaci na nové výzvy. S těmito nástroji a znalostmi mohou chovatelé nejen zlepšit zdraví a produktivitu svých stád, ale také přispět k udržitelnosti a prosperitě zemědělského sektoru jako celku.

5 Literatura

Agarwal SK, Singh SK, Rajkumar R. 2005. Reproductive disorders and their management in cattle and buffalo: A review. *The Indian Journal of Animal Sciences* **75**: 858-873

Agropress. 2020. Reprodukční soustava a pohlavní cyklus krav. Agropress. Available from <https://www.agropress.cz/reprodukni-soustava-a-pohlavni-cyklus-krav/> (accessed March 2020).

Agropress. 2022. Efektivní přehled ukazatelů u skotu. Agropress. Available from <https://www.agropress.cz/zakladni-ukazatele-reprodukce-skotu/> (accessed February 2022).

Agropress. 2023. Tělesná kondice skotu. Agropress. Available from <https://www.agropress.cz/telesna-kondice-skotu/> (accessed July 2023).

Agropress. 2023. Výrobní a ekonomické ukazatele u souboru podniků s výrobou mléka za rok 2022. Agropress. Available from <https://www.agropress.cz/vyrobni-a-ekonomicke-ukazatele-u-souboru-podniku-s-vyrobou-mleka-za-rok-2022/> (accessed August 2023).

Ambarcioglu P, Mavridis D, Yazlik MO, Vural R, Akcil Ok M, Gurcan S. 2023. Comparison of synchronization protocols on pregnancy rate in dairy cows and heifers: A systematic review and network meta-analysis. *Journal of the Hellenic Veterinary Medical Society* **74**: 5657-5666.

Animal Husbandry. 2014. Economic character in dairy cattle. Tnau agritech portal. Available from https://agritech.tnau.ac.in/animal_husbandry/animhus_economic%20character.html (accessed March 2014).

Arya D, Goswami R, Sharma M. 2023. Estrous synchronization in cattle, sheep and goat. *Multidisciplinary Reviews* **6**: 2023001-2023001.

Bedetti A, Coeurderoy R. 2023. How the consideration of animal welfare in the supply chain impact the consumers perception and behaviour towards food brands and how to improve it. Digital access to libraries. Available from <https://dial.uclouvain.be/memoire/ucl/object/thesis:44156> (accessed 2024).

Ball PJH, Peters AR. 2004. *Reproduction in Cattle*. Blackwell publishing, Oxford.

Bartoň L, Syrůček J. 2019. Ekonomika výroby mléka v České Republice. *Zemědělec* **27**:34.

Bartoň L. 2023. Vliv synchronizace říje na plemenné hodnoty pro plodnost u dojeného skotu. Česká technologická platforma pro zemědělství. Available from <https://www.ctpz.cz/vyzkum/vliv-synchronizace-rije-na-plemenne-hodnoty-pro-plodnost-u-dojeneho-skotu-1415> (accessed January 2023).

Beuchat F, Berthold P, Gerber L, Bruckmaier R, Steiner A, Hüsler J, Hirsbrunner G. 2013. Conception Rate Using the Select-Synch Protocol in Combination with a Lower Dose Progesterone-Releasing Intravaginal Insert (1.38 g) in Swiss Dairy Cows. *Open Journal of Veterinary Medicine* **3**: 6-10.

Bihon A, Assefa A. 2021. Prostaglandin based estrus synchronization in cattle: A review. *Cogent Food & Agriculture* **7**: 1932051.

Blowey R, Edmondson P. 2010. *Mastitis Control in Dairy Herds*. CAB International, Cambridge.

Bobić T, Mijić P, Knežević I, Šperanda M, Antunović B, Baban M, Sakač M, Frizon E, Koturić T. 2011. The impact of environmental factors on the milk ejection and stress of dairy cows. *Biotechnology in Animal Husbandry* **27**: 919-927.

Bouška J, Doležal O, Jílek F, Kudrna V, Kvapilík J, Příbyl J, Rajmon R, Sedmíková M, Skřivanová V, Šlosárková S, Tyrolová Y, Vacek M, Žižlavský J. 2006. *Chov dojeného skotu*. Profi Press s.r.o., Praha.

Bó GA, Cedeño A. 2018. Expression of estrus as a relevant factor in fixed-time embryo transfer programs using estradiol/progesterone-based protocols in cattle. *Animal reproduction* **15**:224-230.

Burdych V, Kocmánek J, Holásek R, Andrlíková M, Kořínek D, Kučera J. 2021. *Reprodukce skotu. Družstvo pro kontrolu užítkovosti v ČR, Hradištko*.

Cerri RLA, Santos JEP, Juchem SO, Galvao KN, Chebel RC. 2004. Timed artificial insemination with estradiol cypionate or insemination at estrus in High-producing dairy cows. *Journal of Dairy Science* **87**: 3704-3715.

Codl R, Pytlík J. 2023. Vliv ustájení na užítkovost skotu. Česká technologická platforma pro zemědělství. Available from <https://www.ctpz.cz/vyzkum/vliv-ustajeni-na-uzitkovost-skotu-1438> (accessed March 2023).

Copeman DB, Copland RS. 2008. Importance and potential impact of liver fluke in cattle and buffalo. *ACIAR Monograph Series* **133**: 21.

Cortés ME, González F, Vigil P. 2014. Crystallization of bovine cervical mucus at oestrus: An update. *Revista de Medicina Veterinaria* **28**: 103-116.

Čítek J. 2018. Výzkumné náměty v živočišné výrobě. *Zemědělský zpravodaj* **3**: 26-30.

Čech S, Doležel R. 2008. Využití gestagenů v reprodukci mléčného skotu. *Veterinářství* 2008 **58**: 704-707.

de Almeida M, Cornelli GF, Fávero JF, Baldo WG, Zardo NL. 2021. Hermafroditismo em bovino: Relato de caso. *Pubvet* **15**: 180.

Doležel R, Bartošková A, Čech S, Filla J, Lopatářová M, Mráčková M, Novotný R, Sedlinská M, Vításek R, Zajíc J, Musilová D. 2015. *Veterinární gynekologie*. Veterinární a farmaceutická univerzita Brno, Brno.

Elango K, Nandhini PB, Praveen S, Baithalu RK. 2020. Strategies to synchronize estrus in cattle. *Livestock*. Available from https://www.researchgate.net/publication/347559037_Strategies_to_Synchronize_Estrus_in_Cattle#fullTextFileContent (accessed December 2020).

ELMahdy AI, Sharawy SM, Mohamed GA, Medan MS, Elsayed DH. 2023. Efficacy of Co-synch protocol on normal cyclic dairy cows with or without corpora lutea. *Journal of Advanced Veterinary Research* **13**: 2034-2038.

Fesseha H, Degu T. 2020. Estrus detection, Estrus synchronization in cattle and it's economic importance. *International Journal of Veterinary Research* **3**: 1001.

Fields MJ, Sand RS, Yelich JV. 2001. *Factors affecting calf crop: Biotechnology of reproduction*. CRC Press.

Forde N, Beltman ME, Lonergan P, Diskin M, Roche JF, Crowe MA. 2011. Oestrous cycles in *Bos taurus* cattle. *Animal reproduction science* **124**: 163-169.

Friggens NC, Chagunda MG. 2005. Prediction of the reproductive status of cattle on the basis of milk progesterone measures: model description. *Theriogenology* **64**: 155-190.

Gacovski Z, Petrovska B, Petrovska N. 2023. Profitability and economic profitability of milk production from the simmental cattle breed in the bitola part of pelagonia. *International Scientific Journal* **11**:153-163.

Geary TW, Whittier JC, Hallford DM, MacNeil MD. 2001. Calf removal improves conception rates to the Ovsynch and CO-Synch protocols. *Journal of Animal Science* **79**: 1-4.

Gnemmi G. 2004. *Atlante di ultrasonografia ginecologica buiatica*. Ed. Le Point Vet-ernaire, Milano, Italy, Pp 127

Gordon I. 2018. Synchronization of estrus and superovulation in cattle. In *Mammalian Egg Transfer* **63**-80.

Gorman S, Dyce P, Brady B, Coleman D. 2021. *Detecting Estrus in Dairy Cattle*. Alabama Cooperative Extension System. Available from <https://www.aces.edu/wp->

content/uploads/2021/05/ANR-0496-Detecting-Estrus-in-Dairy-Cattle_050521L-G.pdf
(accessed May 2021).

Haile-Mariam M, van den Berg I, Ho PN, Pryce JE. 2023. Synchronization of breeding and its impact on genetic parameters and evaluation of female fertility traits. *Journal of Dairy Science*, **106**: 392-406.

Hasbi H, Gustina S. 2020. Comparative of monitoring estrus cycle in livestock: Hormonal features and ultrasound. *Jurnal Ilmu-Ilmu Peternakan* **30**: 10-18.

Herbut P, Angrecka S, Godyń D, Hoffmann G. 2019. The physiological and productivity effects of heat stress in cattle—a review. *Annals of animal science* **19**: 579-593.

Hopper RM. 2021. *Bovine Reproduction*. John Wiley & Sons, Inc., Hoboken.

Chagas L, Martin G. 2015. Nutrition, reproduction and management of dairy cows. FAO APHCA. Bangkok Thailand. Available from https://www.researchgate.net/publication/322731993_Nutrition_reproduction_and_management_of_dairy_cows (accessed April 2015).

Ibtisham F, Nawab A. 2018. Effect on nutrition on reproductive efficiency of dairy animals. *Medycyna Weterynaryjna* **74**: 6025-2018.

Idris M, Uddin J, Sullivan M, McNeill DM, Phillips CJ. 2021. Non-invasive physiological indicators of heat stress in cattle. *Animals*, **11**: 71

Ježková A. 2019. Reprodukce v chovech dojených krav. *Náš chov*. Available from <https://naschov.cz/reprodukce-v-chovech-dojenych-krav/> (accessed September 2019).

Ježková A. 2022. Ekonomika výroby mléka. *Náš chov*. Available from <https://naschov.cz/ekonomika-vyroby-mleka-3/> (accessed November 2022).

Ježková A. 2024. Využití etologie v pedometrech. *Náš chov*. Available from <https://naschov.cz/vyuziti-etologie-v-pedometrech/> (accessed March 2024)

Johnson SK, Funston RN, Hall JB, Lamb GC, Lauderdale JW, Patterson DJ, Perry GA, 2013. Protocols for synchronization of estrus and ovulation. *Proceedings Applied Reproductive Strategies in Beef Cattle*, San Antonio. Available from [tps://beefrepro.org/wp-content/uploads/2020/09/22-protocols.pdf](https://beefrepro.org/wp-content/uploads/2020/09/22-protocols.pdf) (accessed October 2013).

Kaltungo BY, Musa IW. 2013. A Review of Some Protozoan Parasites Causing Infertility in Farm Animals. *International Scholarly Research Notices* (e782609) DOI: 10.1155/2013/782609.

Kapusniaková M, Juráček M, Hanušovský O, Rolinec M, Gálik B, Duchoň A, Drotárová S, Kalúzová M, Šimko M. 2023. Nutrition, rumination and heat stress as influential factors in dairy cows production: A review. *Acta fytotechnica et zootechnica* **26**: 1336-9245

Kašná E, Zavadilová L, Klímová A, Krupová Z. 2021. Odhad genomických plemenných hodnot pro délku březosti u holštýnského skotu. Výzkumný ústav živočišné výroby, Praha-Uhřetěves.

Kim IH, Jeong JK, Kang HG. 2022. Factors affecting reproductive outcomes in lactating dairy cows that undergo presynchronization-Ovsynch and successive resynchronization programs. *Theriogenology* **187**: 9-18.

Komisarek J, Dorynek Z. 2002. Genetic aspects of twinning in cattle. *Journal of Applied Genetics* **43**: 55-68.

König HE, Liebich HG. 2020. *Veterinary Anatomy of Domestic Animals*. Thieme, Stuttgart.

Králová K, Šichtař J. 2014. Současné trendy v synchronizaci ovariální dynamiky u krav. *Veterinářství*. Available from https://www.researchgate.net/profile/Jiri-Sichtar/publication/266652552_Current_trends_in_ovarian_dynamics_synchronization_in_cows_-_in_Czech/links/5ad6eeaea6fdcc293582d502/Current-trends-in-ovarian-dynamics-synchronization-in-cows-in-Czech.pdf (accessed August 2014).

Krpálková L, O'Mahony N, Carvalho A, Campbells, Walsh J. 2020. Evaluating the economic profit of reproductive performance through the integration of a dynamic programming model on a specific dairy farm. *Czech Journal of Animal Science* **65**:124-134.

Lamb GC, Larson JE, Dahlen CR. 2007. Estrus synchronization protocols for cows. *Applied Reproductive Strategies Beef Cattle*, **99**: 114.

Lamb GC, Mercadante VR. 2016. Synchronization and artificial insemination strategies in beef cattle. *Veterinary Clinics: Food Animal Practice* **32**:335-347.

Larson RL, Randle RF. 2018. The bovine estrous cycle and synchronization of estrus. *J Anim Sci*. Available from <https://citeseerx.ist.psu.edu/document?repid=rep1&type=pdf&doi=01aa3de4091b73c85b0cfcfb8c3a6305c218ac04> (accessed 2018).

Lesta A, Marín-García PJ, Llobat L. 2023. How does nutrition affect the epigenetic changes in dairy cows?. *Animals* **13**: 1883.

Louda F, Bjelka M, Ježková A, Pozdíšek J, Stádník L, Bezdíček J. 2007. Zásady využívání plemenných býků v podmínkách přirozené plemnitby. Výzkumný ústav pro chov skotu, Rapotín.

Lopez-Gatius F. 2022. Ovarian response to prostaglandin F2 α in lactating dairy cows: A clinical update. *Journal of Reproduction and Development* **68**: 104-109.

Lynch C, Junior GO, Schenkel FS, Baes CF. 2021. Effect of synchronized breeding on genetic evaluations of fertility traits in dairy cattle. *Journal of dairy science* **104**: 11820-11831.

Madkar AR, Boro P, Abdullah M. 2022. Estrus detection methods in dairy animals-advances and the prospects: A review. *Agricultural Reviews* **43**: 362-367.

Macías-Muñoz J, Rentería-Muñoz JA, Villaseñor-González F, Espinosa-Martínez MA, Estrada-Cortés E, & Montiel-Olguín LJ. 2023. Factors affecting first service conception rate in Holstein cows synchronized with double-ovsynch. *Journal of Livestock Science* **14**: 174-181.

Machado VS, Neves RC, Lima FS, Bicalho RC. 2017. The effect of Presynch-Ovsynch protocol with or without estrus detection on reproductive performance by parity, and the long-term effect of these different management strategies on milk production, reproduction, health and survivability of dairy cows. *Theriogenology* **93**: 84-92.

Mandal KD, Chauhan SL, Khetmalis RS, Bhutia WD, Paul, BR, Maji C. 2019. Determination of correct AI timing using rheological property of cervical mucus and their relation to conception rate: A review. *International Journal of Chemical Studies* **7**: 2414-17.

Mansour M, Wilhite R, Rowe J, Hafiz S. 2023. *Guide to Ruminant Anatomy, Dissection and Clinical Aspects*. John Wiley & Sons, Inc., Hoboken.

Marini PE, Teijeiro JM. 2022. Histological changes and transglutaminase 2 expression in the oviduct of advanced pregnant cows. *Reproductive Biology* **22**: 100616.

Marková M. 2016. Efektivní reprodukce 8x jinak. *Náš chov* **13**: 16-18.

Marvan F, Hampl A, Hložánková E, Kresan J, Massanyi L, Vernerová E, Jelínek K. 2017. *Morfologie Hospodářských Zvířat*. Nakladatelství Brázda s.r.o, Praha

Molina-Coto R, Lucy MC. 2018. Uterine inflammation affects the reproductive performance of dairy cows. *Agronomía Mesoamericana* **29**:449-468.

Moradi kor N, Khanghah KM, Ghasemi M. 2012. Reproductive parameters in holstein dairy cows treated with three resynchronization methods. *Journal of Pharmacy and Biological sciences* **3**: 39-43.

Morris MJ, Kaneko K, Walker SL, Jones DN, Routly JE, Smith RF, Dobson H. 2011. Influence of lameness on follicular growth, ovulation, reproductive hormone concentrations and estrus behavior in dairy cows. *Theriogenology* **76**: 658-668.

Moskálková L, Pošivák J. 2023. Synchronization of ovulation and timed insemination in lactating dairy cattle. *Folia veterinaria* **67**: 91-97.

Mottram T. 2016. Animal board invited review: precision livestock farming for dairy cows with a focus on oestrus detection. *Animal* **10**: 1575-1584.

Muley V. 2019. Applications of CIDR Protocol in Management of Anestrus in Cattle. Pashudhan Praharee. Available from <https://www.pashudhanpraharee.com/applications-of-cidr-protocol-in-management-of-anestrus-in-cattle/> (accessed July 2019).

Muller CJC, Cloete SWP, Botha JA. 2019. Fertility in dairy cows and ways to improve it. *South African Journal of Animal Science* (2221-4062) DOI: 10.4314/sajas.v48i5.6.

Novotná I, Smolík P, Smutný L. 2015. Sledování pohybové aktivity hospodářských zvířat. Automa, Tábor. Available from https://www.automa.cz/cz/casopis-clanky/sledovani-pohybove-aktivity-hospodarskych-zvirat-2015_07_53848_6787/ (accessed July 2015).

Nowicki A, Barański W, Baryczka A, Janowski T. 2017. OvSynch protocol and its modifications in the reproduction management of dairy cattle herds. *Journal of Veterinary research* **61**: 329-336.

O'Connor ML. 2022. Milk progesterone analysis for determining reproductive status. The PennState Extension. Available from <https://extension.psu.edu/milk-progesterone-analysis-for-determining-reproductive-status> (accessed December 2022).

Padula AM. 2005. The freemartin syndrome: an update. *Animal reproduction science* **87**: 93-109.

Pal P, Dar MR. 2020. Induction and synchronization of estrus. *Animal Reproduction in Veterinary Medicine*, 1-14.

Palmer MA, Olmos G, Boyle LA, Mee JF. 2010. Estrus detection and estrus characteristics in housed and pastured Holstein–Friesian cows. *Theriogenology* **74**: 255-264.

Pancarci SM, Jordan ER, Risco CA, Schouten MJ, Lopes FL, Moreira F, Thatcher WW. 2002. Use of estradiol cypionate in a presynchronized timed artificial insemination program for lactating dairy cattle. *Journal of Dairy Science* **85**: 122-131.

Pandit A, Poudel S, Gautam M, Shah S. 2022. Status of estrus synchronization in Nepal. *Veterinary Sciences: Research and Reviews* **8**: 81-89.

Paul AK, Yoisungnern T, Bunaparte N. 2015. Hormonal treatment and estrus synchronization in cows: A mini-review. *Journal of Advanced Veterinary and Animal Research* **2**:10-17.

Perry G. 2004. Detection of Standing Estrus in Cattle. South Dakota State University, South Dakota. Available from https://openprairie.sdstate.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1100&=&context=extension_fact&=&sei-redirect=1&referer=https%253A%252F%252Fscholar.google.com%252Fscholar%253Fq%253DAndrogenization%252Bcow%252Bin%252Bdetection%252Bestrus%2526hl%253Dcs%2526as_sdt%253D0%25252C5%2526as_ylo%253D2000%2526as_yhi%253D#search=%22Androgenization%20cow%20detection%20estrus%22 (accessed February 2004).

Prýmas L. 2019. Výběr systému monitorujícího aktivitu a přežvykování krav. *Náš chov*. Available from <https://naschov.cz/vyber-systemu-monitorujiciho-aktivitu-a-prezvykovani-krav/> (accessed December 2019).

Prýmas L. 2020. Výroba mléka, produkční a reprodukční ukazatele chovu dojených krav v ČR. *Náš chov*. Available from <https://naschov.cz/vyroba-mleka-produkcn-i-a-reprodukcn-i-ukazatele-chovu-dojenych-krav-v-cr> (accessed September 2020).

Quintela LA, Barrio M, Peña AI, Becerra JJ, Cainzos J, Herradón PG, Díaz C. 2012. Use of ultrasound in the reproductive management of dairy cattle. *Reproduction in domestic animals* **47**: 34-44.

Rajkumar R, Vijay A, Venkatesan M, Hamsa Yamini S, Venkatesakumar E, Ponnu Swamy KK. 2023. Impact of ovsynch protocol on dominant follicle diameter and fertility response in repeat breeder dairy cows. *The Pharma Innovation Journal* **12**: 277-279.

Ramadhanty D, Yusuf M, Toleng AL, Rahardja DP, Sahiruddin, Mansur M, Fausiah A. 2020. The effect of heatsynch protocol on repeat breeding dairy cows. *Earth and Environmental Science* (e012078) DOI:10.1088/1755-1315/492/1/012078.

Reece WO. 2011. *Fyziologie a funkční anatomie domácích zvířat*. Grada, Praha

Roelofs J, Lopez-Gatiús F, Hunter RHF, Van Eerdenburg FJCM, Hanzen CH. 2010. When is a cow in estrus? Clinical and practical aspects. *Theriogenology* **74**: 327-344.

Roche JF. 2006. The effect of nutritional management of the dairy cow on reproductive efficiency. *Animal reproduction science* **96**: 282-296.

Romano JE. 2021. Hormonal control of estrus in cattle. *Veterinary Manual*. Available from <https://www.msdsvetmanual.com/management-and-nutrition/hormonal-control-of-estrus/hormonal-control-of-estrus-in-cattle> (accessed April 2021).

Roth Z, Kressel YZ, Lavon Y, Kalo D, Wolfenson D. 2021. Administration of GnRH at Onset of Estrus, determined by automatic activity monitoring, to improve dairy cow fertility during the summer and autumn. *Animals* **11**: 2194.

Rusdiana S, Adiati U, Kusumaningrum DA, Talib Ch. 2020. Analysis of economic efficiency on applied of synchronization technology in dairy cows at small farmers. The international journal of tropical veterinary and biomedical research **5**: 10-24.

Říha J, Petelíková J, Čerovský J, Bažant J, Bochenek M, Pytloun J. 2003. Plemenitba hospodářských zvířat. Asociace chovatelů masných plemen, Rapotín

Salverson R, Perry G. 2005. Understanding estrus synchronization of cattle. South Dakota State University. Available from https://openprairie.sdstate.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1101&context=extension_fact (accessed August 2005).

Semenov V, Maykotov A, Kondruchina S, Ivanova T, Tolstova S, Biryukova D, Musaev S, Abdullayev A, Semenov A, Matveeva E. 2021. Veterinary and hygienic methods of directed reproduction in formation of healthy herds of cows. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (e012021) DOI:10.1088/1755-1315/935/1/012021.

Shahinfar S, Khansefid M, Haile-Mariam M, Pryce JE. 2021. Machine learning approaches for the prediction of lameness in dairy cows. *Animal* **15**: 100391.

Schams D, Berisha B. 2004. Regulation of Corpus Luteum Function in Cattle-an Overview. *Reproduction in domestic animals* **39**: 241-251.

Schillo KK. 2008. Reproductive Physiology of Mammals: From Farm to Field and Beyond. Cengage Learning. Boston.

Skládanka J, Doležal O, Hegeüsová Z, Holásek R, Chládek G, Kopec T, Kropsch M, Kučera J, Kvapilík J, Ofner-Schröck E, Onráková M, Skládanka J, Strapák P. 2014. Chov strakatého skotu. Mendelova univerzita v Brně, Brno.

Sláma P, Pavlík A, Tančín V. 2015. Morfologie a fyziologie hospodářských zvířat. Mendelova univerzita v Brně, Brno.

Staněk S. 2023. Ekonomika výroby mléka v ČR za rok 2022. MIKROP. Available from <https://www.mikrop.cz/magazin/ekonomika-vyroby-mleka-2022~m1554> (accessed November 2023).

Stevenson J, Dairyman H. 2012. Cysty na vaječníku. Černostrakaté novinky. Available from <https://www.holstein.cz/cz/cernostrakate-novinky/92-cernostrakate-novinky-2012-01/file> (accessed January 2012).

Syrůček J, Burdych J. 2015. Vybrané ukazatele ovlivňující efektivitu chovu dojníc. *Náš chov*. Available from <https://www.vvs.cz/wp-content/uploads/2017/09/nas-chov-2015-pdf.pdf> (accessed October 2015).

Syrůček J, Lipovský D, Sládek M. 2023. Chov skotu v české republice. Českomoravská společnost chovatelů, a.s, Praha-Uhřetěves.

Šichtař J. 2018. Management reprodukce skotu. *Náš chov*. Available from https://www.researchgate.net/publication/327906335_Management_reprodukce_skotu (accessed September 2018).

Takagi M, Yamagishi N, Oboshi K, Kageyama S, Hirayama H, Minamihashi A, Sasaki M, Wijayagunawardane MPB. 2005. A female pseudohermaphrodite Holstein heifer with gonadal mosaicism. *Theriogenology* **63**: 60-71.

Teshome A. 2024. Factors affecting milk production and milk chemical compositions of dairy cows. *International Journal of nursing care*. Available from https://www.researchgate.net/publication/379135597_International_Journal_of_Nursing_Care_Factors_Affecting_Milk_Production_and_Milk_Chemical_Compositions_of_dairy_cows_Review (accessed March 2024).

Thatcher WW, Bartolome JA, Sozzi A, Silvestre F, Santos JEP 2004. Manipulation of ovarian function for the reproductive management of dairy cows. *Veterinary research communications*, **28**: 111.

Thomsen PT, Shearer JK, Houe H. 2023. Prevalence of lameness in dairy cows. *The Veterinary Journal* (e105975) DOI: 10.1016/j.tvjl.2023.105975.

Tibary A, Patino C, Ciccarelli M. 2019. Synchronization of estrus and ovulation in dairy cattle. *Spermova* **9**: 1-13.

Turner JL. 2013. Reproductive Tract Anatomy and Physiology of the Cow. Las Cruces. New Mexico State University. Available from https://pubs.nmsu.edu/_b/B212/ (accessed July 2013).

Valechovská J. 2023. Ekonomika výroby mléka. *Náš chov*. Available from <https://naschov.cz/ekonomika-vyroby-mleka-3/> (accessed June 2023).

Valníčková B, Šárová R. 2024. Využití etologie v pedometrech. *Náš chov*, Praha-Uhřetěves. Available from <http://vyuziti-etologie-v-pedometrech/> (accessed March 2024).

Van Werven T, Waldeck F, Souza AH, Floch S, Englebienne M. 2013. Comparison of two intravaginal progesterone releasing devices (PRID-Delta vs CIDR) in dairy cows: Blood progesterone profile and field fertility. *Animal Reproduction Science* **138**: 143-149.

- Walker SL, Smith RF, Routly JE, Jones DN, Morris MJ, Dobson H. 2008. Lameness, activity time-budgets, and estrus expression in dairy cattle. *Journal of dairy science* **91**: 4552-4559.
- Walsh SW, Williams EJ, Evans ACO. 2011. A review of the causes of poor fertility in high milk producing dairy cows. *Animal reproduction science* **123**: 127-138.
- Webster J. 2020. *Understanding the Dairy Cow*. John Wiley & Sons Ltd, Chichester.
- West JW. 2003. Effects of heat-stress on production in dairy cattle. *Journal of dairy science* **86**: 2131-2144.
- 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.
- Wyrzykowski L, Reihcke K, Hemme T. 2018. IFCN Long-Term Dairy Outlook. IFCN Dairy Research Centre. Available from <https://ifcndairy.org/wp-content/uploads/2018/06/IFCN-Dairy-Outlook-2030-Article-1.pdf> (accessed June 2018).
- Yániz JL, Santolaria P, Giribet A, López-Gatius F. 2006. Factors affecting walking activity at estrus during postpartum period and subsequent fertility in dairy cows. *Theriogenology* **66**: 1943-1950.
- Yizengaw L. 2017. Review on estrus synchronization and its application in cattle. *International Journal of Advanced Research in Biologica Sciences*, **4**: 67-76.