

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra chovu hospodářských zvířat



**Fakulta agrobiologie,
potravinových a přírodních zdrojů**

Zhodnocení vlivu perzistence laktace na produkci mléka

Bakalářská práce

Barbora Kobzová

Chovatelství

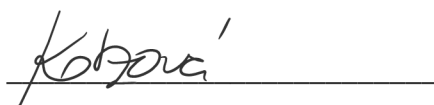
doc. Ing. Jaroslav Čítek, Ph.D.

© 2022 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Zhodnocení vlivu perzistence laktace na produkci mléka" 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 22.4 2022



Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala doc. Ing. Jaroslavu Čítkovi, Ph.D., za odborné vedení a konzultace. Dále bych chtěla poděkovat paní Ireně Vodsedálkové za cenné rady. Také děkuji svým rodičům za podporu a za to, že jim nevadí, že nepokračuji v jejich medicínských stopách.

Zhodnocení vlivu perzistence laktace na produkci mléka

Souhrn

Mléčná produkce je jednou z hlavních užitkových vlastností skotu. Její úroveň hodnotí celá řada v zootechnické praxi používaných ukazatelů. Práce se věnuje jednomu z těch významných, a to perzistenci laktace. Perzistence je stále více využívaný ukazatel, protože značně ovlivňuje zdraví, dlouhověkost a reprodukční schopnosti dojnice. A tedy i ekonomiku celého chovu. Snahou chovatelů je dosažení vysoké perzistence, tzn. po vrcholu laktace se dojivost snižuje velmi postupně. Díky tomu je průměrná denní dojivost vysoká a zároveň nevystavujeme krávu metabolickému stresu, a tak je méně náchylná k nemocím či problémům s plodností. Při nízké perzistenci laktace se velmi často setkáváme s poruchami reprodukce, protože se prodlužuje mezidobí, a protože se snižuje procento zabřeznutí, zvyšují se náklady na inseminaci, což negativně ovlivňuje ekonomiku stáda.

Více než genetickými predispozicemi je perzistence ovlivněna podmínkami chovu. Asi nejdůležitějším faktorem je výživa, protože podle výše užitkovosti a fáze laktace můžeme upravovat krmnou dávku tak, aby pokryla energetické nároky zvířete. Tedy energie přijatá v krmné dávce by měla mít podobný průběh křivky jako křivka laktace. Pokud má dojnice nedostatečnou krmnou dávku, dostává se do negativní energetické bilance, mobilizuje svoje tělesné zásoby a je tak náchylnější na metabolické poruchy. Dalšími faktory jsou věk prvního otelení, roční období, teplota prostředí či pořadí otelení, přičemž bylo zjištěno že na každém dalším otelení se perzistence snižuje. Aby bylo dosaženo vysoké úrovně laktace, chovatel by měl věnovat dostatečnou pozornost podmínkám chovu, řízení krmné dávky (například rozdělením stáda na vyrovnané skupiny s podobnými požadavky na výživu) a celkovému managementu chovu.

Ekonomický význam perzistence laktace můžeme popsat z několika pohledů. Díky vyrovnanější laktaci jsou krávy v lepším zdravotním stavu, a tak chovatel ušetří na veterinárních výdajích. Protože také reprodukční schopnosti jsou u krav s vysokou perzistencí lepší, tak dosahujeme dobrých výsledků inseminace a také dojnice není vystavena takovému fyziologickému stresu během březosti. A díky tomu nemusíme prodlužovat mezidobí, takže dosáhneme více otelení na krávu za jeden rok. Také můžeme větší podíl krmné dávky nahradit objemnými krmivy, která jsou levnější. A zároveň dojnice produkuje velké množství mléka během celé laktace, a tedy je výnosná. Teoreticky se tak snižují výdaje, zatímco výnosy zůstávají. Tím se zlepšuje rentabilita dojnice a celého chovu.

Klíčová slova: laktační křivka, mléčná produkce, skot, reprodukce, ekonomika

Evaluation of the effect of lactation persistency on milk production

Summary

Milk production is one of the main performance characteristics of cattle. Its level is assessed by a number of indicators used in zootechnical practice. This paper focuses on one of the important ones, persistency of lactation. Persistency is more and more used indicator because it greatly influences the health, longevity and reproductive capacity of the dairy cow. And therefore it affects the economics of the entire production. Breeders strive to achieve high persistency, i.e. after the peak of lactation, milk yield decreases very gradually. As a result, the average daily milk yield is high and at the same time the cow is not exposed to metabolic stress and is less prone to disease or fertility problems. When persistency of lactation is low, reproductive failures are very often encountered because the calving interval is prolonged and because the percentage of pregnancy is reduced, the cost of insemination increases, which negatively affects the economics of the herd.

More than genetic predisposition, persistence is influenced by breeding conditions. Probably the most important factor is nutrition, because depending on the level of performance and the stage of lactation we can adjust the ration to cover the energy requirements of the animal. Thus, the energy intake in the ration should follow a similar curve to the lactation curve. If a dairy cow has an insufficient ration, she is in a negative energy balance, mobilising her body reserves and thus more susceptible to metabolic disorders. Other factors are age at first calving, season, environmental temperature or calving order, and it has been found that persistency decreases at each subsequent calving. In order to achieve a high level of lactation, the farmer should pay sufficient attention to breeding conditions, ration management (for example, by dividing the herd into balanced groups with similar nutritional requirements) and overall management of the farm.

The economic importance of lactation persistence can be described from several perspectives. With more balanced lactation, cows are in better health condition and the farmer saves on veterinary costs. Also, because reproductive performance is better in cows with high persistency, good insemination results are achieved and the cow is not subjected to as much physiological stress during pregnancy. And because of this, we don't have to extend the calving interval, so we get more calvings per cow per year. We can also replace a larger proportion of the ration with roughage, which is cheaper. And at the same time, the cow produces a lot of milk throughout the lactation and is therefore profitable. In theory, this reduces expenditure while maintaining yield. This improves the profitability of the dairy cow and of the whole farm.

Keywords: lactation curve, milk production, cattle, reproduction, economics

Obsah

1 Úvod	8
2 Cíl práce.....	9
3 Mléčná užitkovost	10
3.1 Dojivost, relativní užitkovost, FCM	10
3.2 Složení mléka v závislosti na fázi laktace.....	10
4 Perzistence laktace	11
4.1 Tvar laktační křivky	12
4.1.1 Matematický popis laktační křivky	14
4.2 Hodnocení perzistence laktace	14
4.2.1 Produkce vztahená k maximu	15
4.2.2 Index perzistence	16
5 Vztah mezi perzistencí a celkovou užitkovostí	16
6 Vliv vysoké mléčné užitkovosti na plodnost a zdraví dojnic.....	16
7 Faktory ovlivňující perzistenci	18
7.1 Genetické vlivy	18
7.2 Pořadí laktace.....	19
7.3 Mezidobí.....	19
7.4 Výživa.....	18
7.5 Zdravotní stav	20
7.6 Negativní energetická bilance	21
7.7 Podmínky ustájení a tepelný stres	22
7.8 Věk při otelení	22
7.9 Roční období.....	23
7.10 Vícečetná gravidita	24
8 Ovlivnění perzistence člověkem.....	24
9 Využití Big-dat	25
10 Ekonomický význam perzistence.....	26
10.1 Reprodukce jako ekonomický faktor	26

11 Závěr.....	28
12 Literatura.....	29

1 Úvod

Chov mléčného skotu je velmi významným odvětvím zemědělství v České republice i ve světě. Jeho hlavní úlohou je produkce kvalitního mléka s vhodným poměrem složek a v dostatečném množství, nicméně chov skotu je významný i z dalších mimoprodukčních hledisek. Díky skutečnosti, že chov skotu je úzce vázán na zemědělskou půdu, je zde také aspekt krajiny tvorby a ekologie, díky udržování trvalých travních porostů. Ty jsou důležité pro zajištění druhové diverzity, zadržování živin a vody v půdě a jako protierozní opatření. Jako výstup z produkce je pro nás, kromě mléka, využitelná chlévská mrva jako organické hnojivo.

V České republice se spotřeba mléka stále zvyšuje, zatímco stavy zvířat se snižují, a proto je snaha o dosažení vysoké mléčné užitkovosti důležitým tématem. S vysokou dojitostí se ale zvyšuje procento zdravotních problémů a problémů s plodností, které pak ovlivňují ekonomiku chovu, například kvůli veterinárním nákladům. Zajištění reprodukce je zásadní pro ekonomickou produkci v chovu hospodářských zvířat, protože mládě zajišťuje obrát a konkurenceschopnost stáda anebo v případě prodeje představuje cenný produkt chovu. Rentabilita podniku je tak dána několika faktory: vysokou užitkovostí, dlouhověkostí, zdravím a plodností dojnic. Roli také hrají externí vlivy jako dynamika trhu a výkupní cena mléka.

Se zvyšováním užitkovosti se zvyšují také náklady na krmení na den, nicméně fixní náklady, které s úrovní nádoje přímo nesouvisí, zůstávají stejné. To znamená, že v přepočtu na litr vyprodukovaného mléka tyto náklady klesají.

2 Cíl práce

Cílem práce je vyhodnotit vliv úrovně reprodukčních ukazatelů, produkce mléka, a především tvaru laktační křivky na ekonomiku produkce mléka. Budou popsány specifika vysokoprodukčních dojnic a možnosti efektivního využití jejich produkce bez omezení welfare a následné reprodukční užitkovosti.

3 Mléčná užitkovost

Mléčná užitkovost je u skotu nejdůležitější a nejhospodárnější užitková vlastnost, protože živiny v krmivu jsou lépe využity než ve výkrmu skotu (Botto et al. 1984).

Jako laktaci označujeme období, kdy mléčná žláza produkuje mléko, to znamená od otelení po zasušení. V průběhu laktace ale není činnost mléčné žlázy rovnoměrná a po otelení dochází k prudkému zvýšení produkce až do doby vrcholu laktace. Ten nastává na přelomu prvního a druhého měsíce po otelení. Po dosažení tohoto maxima se postupně mléčná produkce snižuje. Z chovatelského hlediska rozlišujeme laktaci normovanou, která trvá 305 dní, normální, což je skutečná délka laktace skotu, a nenormální, ta je kratší než 240 dní. Laktaci můžeme hodnotit díky mnoha parametrům, nejčastěji podle délky, obsahu složek mléka, dojivosti nebo podle průběhu laktační křivky (Frelich et al. 2011).

3.1 Dojivost, relativní užitkovost, FCM

Jedním z ukazatelů, kterými můžeme hodnotit laktaci je dojivost. Dojivost definujeme jako produkci mléka za určité období. Může to být mléčná produkce za laktaci anebo se při vytváření laktační křivky využívají hodnoty denní dojivosti (Zapletal a Macháček 2015). Nicméně produkce mléka samotná je velmi nedostatečným parametrem. Pro lepší porovnání krav či stád mezi sebou můžeme využít relativní mléčnou užitkovost nebo přepočítat mléko na mléko se standardní obsah tuku (fat corrected milk, FCM). Při použití relativní mléčné užitkovosti se celková dojivost uvádí do vztahu s tělesnou hmotností, většinou množství nadojeného mléka na 100 kg živé hmotnosti.

$$RU = \frac{\text{produkce kg mléka}}{100\text{kg hmotnosti krávy}} * 100$$

Dojnice s nižší relativní užitkovostí produkují mléko méně efektivně (Zapletal a Macháček 2015).

Úprava mléka na standardní obsah tuku na základě jeho energetické hodnoty se využívá pro porovnání produkce mléka mezi dojnici, ale především při zpeněžování mléka a porovnávání hodnot mléka (Brog 1971).

$$FCM = 0,4 * \text{kg mléka} * 0,15 * \text{tučnost mléka}$$

3.2 Složení mléka v závislosti na fázi laktace

Hlavními složkami mléka jsou voda, mléčný tuk, laktóza, bílkoviny a minerály. Poměr těchto komponent je nejvíce závislý na plemenné příslušnosti, výživě a fázi laktace, ale literatura uvádí, že standardní zralé mléko obsahuje 87,6% vody, 4,6 % laktózy, 3,3 % bílkovin a 3,8 % tuku (Zadáková 2008). Během prvních pěti dní mléčná žláza produkuje mléko nezralé, kolostrum (Frelich et al. 2011). To má výrazně vyšší obsah bílkovin, zejména

imunoglobulinů, které teleti zajišťují pasivní imunitu. V následujících fázích laktace už dojnice tvoří mléko zralé.

Obecně můžeme říct, že perzistence obsahu tuku a bílkovin v mléce má stejný nebo velmi podobný průběh jako perzistence laktace (Cole a Null 2009). Bouallegue et al. (2013) uvádí, že krávy na první laktaci mají vyšší perzistenci u všech znaků užitkovosti (dojivost, obsah tuku a bílkovin) než krávy na vyšších laktacích. Tuk má tendenci mít vyšší perzistenci než laktace, a tuk a bílkoviny jsou většinou podobně perzistentní. Nejvyšší celkovou užitkovost měly krávy otelené v zimě a na podzim, obsah tuku a bílkovin byl při stejné dojivosti nejvyšší během jara a podzimu.

Co se týče heritability, Jakobsen et al. (2002) píše, že dědičnost pro perzistenci tuku je o něco větší než pro perzistenci laktace i obsahu bílkovin. Nicméně genetické korelace mezi mléčnou užitkovostí a obsahem bílkovin byly vyšší než mezi mléčnou užitkovostí a obsahem tuku.

4 Perzistence laktace

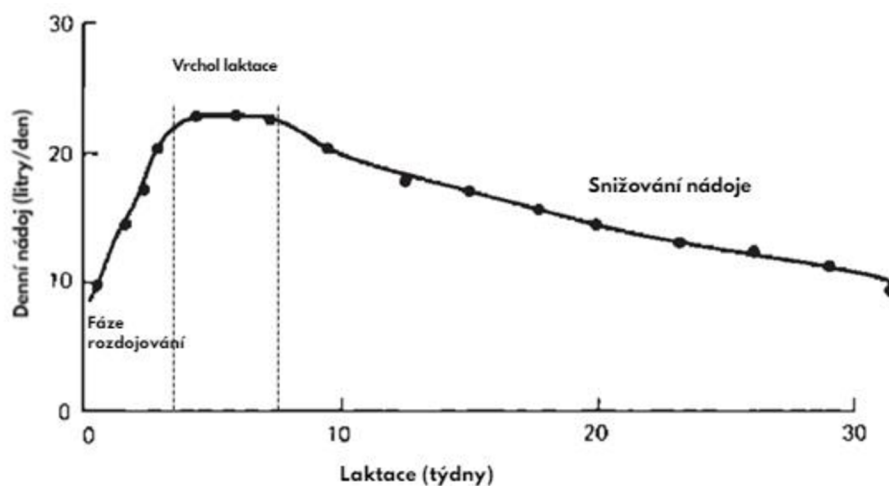
Perzistence laktace je definována různými způsoby, ale obvykle ji vyjadřujeme jako schopnost krávy udržet vysokou mléčnou užitkovost po dosažení vrcholu laktace nebo jako schopnost udržet si více či méně konstantní užitkovost v průběhu laktace (Gengler 1996). Existuje více definic, a proto se v literatuře setkáváme s několika způsoby výpočtu, které pro vyjádření perzistence využívají různé parametry (Torshizi et al. 2019). Vysoká perzistence je spojena s pomalým tempem poklesu denní produkce po dosažení maximálního nádoje, zatímco při nízké perzistenci produkce klesá rychle. Krávy s vysokou perzistencí mají tendenci produkovat na začátku laktace méně mléka, než se očekává, ale na konci laktace je jejich užitkovost vyšší (Cole a Null 2009) a jsou také výnosnější, protože nádoj během laktace je vyrovnaný, a tedy průměrný denní nádoj je vysoký (Dekkers et al. 1998). Vysokoperzistentní krávy jsou také více dlouhověké než průměrné krávy, ačkoli rozdíly jsou relativně malé (Dekkers et al. 1998). Cole a Null (2009) ale upozorňují, že vysoká perzistence nemusí nutně zaručit zlepšenou dlouhověkost. Souvislost mezi perzistencí a ekonomickými ukazateli je mezi plemeny podobná a naznačuje, že krávy s vyrovnanější laktací mají vyšší rentabilitu než průměrné dojnice. Podle Jakobsena et al. (2002) by neměla být perzistence dávana do vztahu s užitkovostí za normovanou laktaci, 305 dní. Existuje totiž záporný vztah mezi perzistencí a užitkovostí za 305 dní, a selekcí na výši 305denní užitkovosti se nezlepšuje perzistence laktace. Nicméně se může zlepšit užitkovost v době vrcholu laktace a můžeme dosáhnout pozdějšího nástupu vrcholu.

Perzistence laktace je vlastnost s velkým ekonomickým významem a měla by být zahrnuta do šlechtitelských cílů a do selekčních programů pro dojný skot (Torshizi et al. 2019). Pro tento znak byla zjištěna heritabilita $h^2 = 0,01-0,3$ (Gengler 1996). Více než selekce ji tedy ovlivňují podmínky ustájení, krmění a další externí faktory.

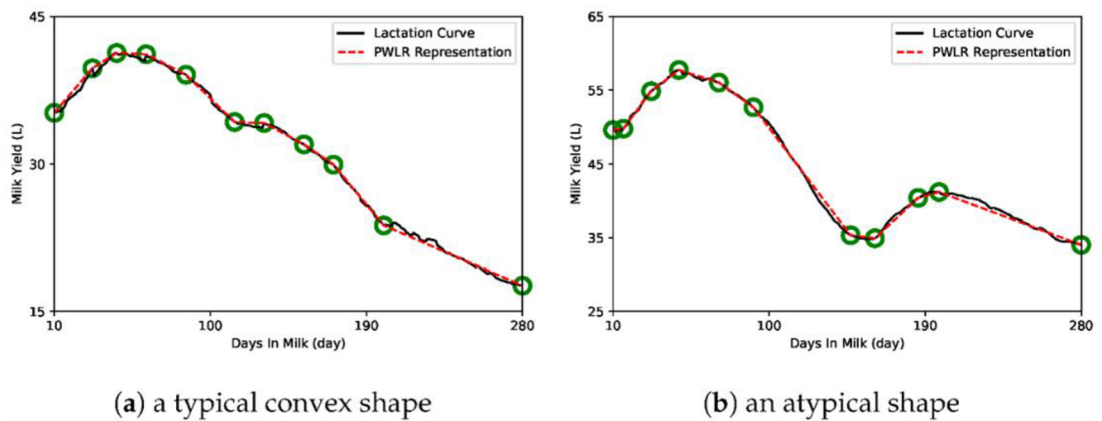
4.1 Tvar laktační křivky

Laktačním křivkám pro různé znaky užitkovosti (celkový nádoj, obsah tuku atd.) je ve srovnání s celkovou mléčnou užitkovostí věnována jen malá pozornost. Představují však důležitý aspekt mléčné produkce nejen z hlediska objemu produkce ale také proto, že souvisejí s množstvím vydané energie v průběhu laktace. To je pro nás důležité pro řízení chovu a skládání komponent krmné dávky, zejména na začátku laktace (Macciotta et al. 2011).

Laktační křivka je grafické znázornění vývoje dojivosti v čase, v průběhu jedné laktace (Andersen et al. 2011). Je to velmi užitečný nástroj, díky kterému můžeme předpovídat perzistenci, maximální dojivost nebo kdy nastane vrchol laktace (Torshizi et al. 2019). Průběh celé laktace pak můžeme rozdělit do tří fází (Graf 1). První nastává růst produkce od otelení k dosažení vrcholu laktace, potom relativně konstantní nádoj ve vrcholu následovaný postupným snižováním produkce až do zasušení. Vrcholu je obvykle dosaženo kolem pátého týdne laktace (Torshizi et al. 2019). Pokud dojnice laktaci neudrží v první fázi nebo se nádoj nezvyšuje, mluvíme o takzvané atypické laktaci (Gengler 1996) (Graf 2). V běžných systémech evidence mléčné užitkovosti se nádoj a složky mléka zaznamenávají jednou za měsíc a vrchol laktace tak můžeme minout. Pokud jsou k dispozici denní údaje, například v případě automatických systémů dojení, očekává se, že vrchol nepřehlédneme a tím pádem bude výskyt atypických laktačních křivek výrazně nižší (Macciotta et al. 2011).



Graf 1 - Obvyklý průběh laktace (převzato od Ball a Peters 2004)



Graf 2 - Porovnání typické a netypické laktací křivky (Lee a Park 2022)

Perzistence laktace je pak výstupem z laktací křivky. (Andersen et al. 2011). Laktace s vysokou perzistencí se vyznačují ploššími laktacími křivkami, při stejné mléčné užitkovosti, a nižší maximální užitkovostí, které je dosahováno v pozdějším dni laktace (Dekkers et al. 1998). Plošší laktací křivka je žádoucí jak z ekonomického, tak fyziologického hlediska, protože krávy s velmi vysokou užitkovostí ve vrcholu laktace nejsou schopny pokrýt energetické nároky z krmiva a dostávají se do negativní energetické bilance, jsou náchylnější na tepelný stres a nemoci (Jakobsen et al. 2002).

Ze studie, kterou prováděli Torshizi et al. (2019) vyšlo, že krávy na první laktaci mají plošší laktací křivku, jinými slovy nižší vrchol laktace a vyšší perzistenci než krávy na dalších laktacích. Tedy, že prvotelky mají vysokou perzistenci, která se zvyšujícím se počtem otelení klesá. Z toho vyplývá, že perzistence je velmi ovlivněna pořadím laktace. A i jiné studie ukázaly, že obecná úroveň produkce se s pořadím laktace zvyšuje a zvyšuje se také rychlost poklesu nádoje po dosažení vrcholu laktace. Což opět ukazuje na snižující se perzistenci v dalších laktacích. Tato negativní korelace naznačuje, že krávy s vysokou počáteční mléčnou užitkovostí budou mít nižší perzistenci (Rekik et al. 2003). Jednoznačně jasný vztah existuje také mezi dobou vrcholu laktace a perzistencí a to, že brzký nástup vrcholu má nepříznivý vliv na perzistenci laktace. Vztah mezi těmito dvěma ukazateli je docela úzký a lze ho využít jako výberové kritérium pro zlepšování perzistence (Torshizi et al. 2019).

Charakteristiky, které dokážou popsat základní procesy produkce mléka při různém průběhu laktace, jsou pro fyziology, šlechtitele a odborníky na výživu velkým přínosem ve studiu fungování mléčné žlázy. Modely schopné předpovídat budoucí mléčnou užitkovost poskytují důležité při rozhodování v managementu stáda. Na úrovni jedinců je modelování laktací křivky nápomocné při sledování individuální užitkovosti a také tedy pro včasné odhalení nemoci před objevením příznaků, pro výběr zvířat a při plánování krmné dávky (Macciotta et al. 2011).

4.1.1 Matematický popis laktační křivky

Předpověď budoucího průběhu laktační křivky je obtížný úkol. Matematický popis laktační křivky skotu se v posledních devadesáti letech velmi vyvíjel a vědci v živočišné výrobě se s ním stále potýkají. Obecně se vývoj modelů vyznačoval nárůstem složitosti používaných algoritmů. Většina matematických funkcí u mléčného skotu je zaměřena především na popis trendu vývoje dojivosti v čase. Předpokladem je, že laktace je charakterizována vzrůstající křivkou od začátku laktace do maxima a následně klesá. Dřívější modely věnovaly větší pozornost průběhu průměrné laktace větší skupiny zvířat pro účely managementu chovu. Nyní je snahou vytvořit matematický model, který by oddělil vlivy prostředí a předpověděl mléčnou užitkovost s vysokou přesností. Vzhledem k velkému množství dostupných záznamů různých laktačních křivek je poměrně snadné implementovat různé postupy odhadu (Macciotta et al. 2011). U dojeného skotu totiž máme k dispozici velké množství dat díky kontrole užitkovosti.

Během let různí autoři vytvořili různé funkce pro modelování laktačních křivek. Woodova funkce (Wood 1967) je pravděpodobně nejpoužívanějším modelem laktační křivky. Generuje tvar laktační křivky součinem konstanty, mocninné funkce a exponenciální funkce. Parametry, se kterými počítá jsou denní nádoj, nádoj na počátku laktace a faktory související se zvyšováním a snižováním produkce v průběhu laktace. Nicméně nedostatek této funkce spočívá v častém nadhodnocení denní dojivosti na začátku laktace a podhodnocení dojivosti v období dosažení vrcholu (Macciotta et al. 2011). V roce 1987 byla vytvořena Wilminkova funkce, která se skládá ze tří proměnných, které se do výpočtu dosazují postupně, čímž se zvyšuje flexibilita. Počítá s výší užitkovosti, zvýšením produkce před dosažením vrcholu a následným poklesem (Silvestre et al. 2006). Ze stejného roku pochází model Aliho a Schaeffera, který má větší počet koeficientů, které tak umožňují větší rozsah tvarů laktačních křivek.

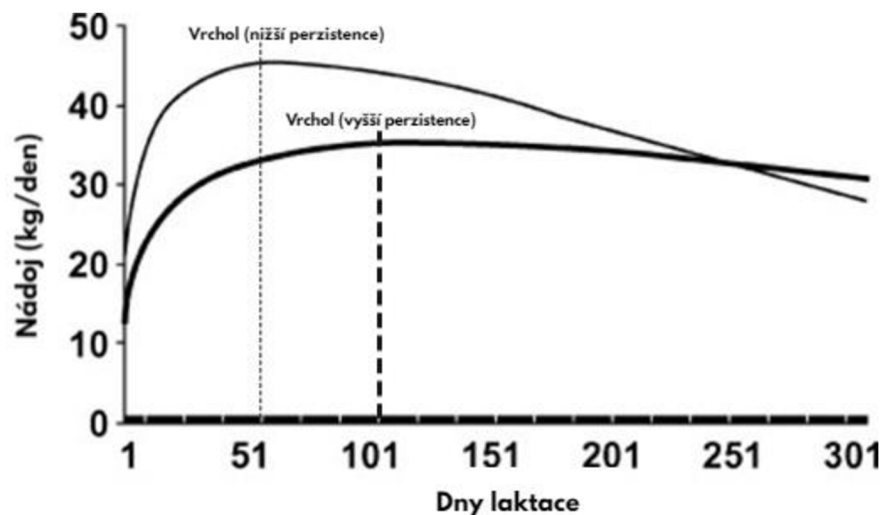
Potřeba vyjádření odchylek od průměrných tvarů laktačních křivek vedla vědce k vytvoření flexibilnějších matematických nástrojů. Častou kritikou modelů zmíněných výše je vysoká citlivost na rozložení dat, které může výrazně ovlivnit výsledný tvar křivky, protože koeficienty přímo souvisí s parametry křivky. Jako možné alternativy se používají matematické funkce, jejichž parametry vyjadřují nepřímo průběh laktace. Jedná se Legerovy ortogonální polynomy a různé regresní křivky (Silvestre et al. 2006). Vyznačují se velkým počtem parametrů, lineární matematickou strukturou a vysokou schopností přizpůsobit se velkému rozsahu tvarů laktační křivky (Macciotta et al. 2011).

Díky rozšiřování dojíren s možností zaznamenávání individuálních záznamů mají chovatelé denní záznamy o zvířatech. To přináší velké množství dat, se kterými můžeme pracovat ve šlechtění a managementu chovu.

4.2 Hodnocení perzistence laktace

Perzistence laktace je důležitým ukazatelem pro stanovení mléčné užitkovosti, přičemž můžeme použít různé definice a několik způsobů výpočtu (Torshizi et al. 2019). Vysoká

perzistence je spojena s pomalým tempem poklesu, zatímco nízká perzistence je spojena s rychlým poklesem produkce mléka (Graf 3). Obecně lze hodnocení perzistence rozdělit do tří skupin: poměry dílčích nebo celkových nádojů, hodnoty odvozené od variability nádojů v testovacích dnech během laktace, a hodnocení podle tvaru laktační křivky (Gengler 1996). K hodnocení poslední skupiny se využívají náhodné regresní modely. Protože krávy s plošší křivkou jsou označovány za perzistentnější než krávy se stejnou užitkovostí, ale rychle klesající křivkou, je vyjádření perzistence na základě tvaru křivky laktace nejpřirozenější (Otwinowska-Mindur a Ptak 2015) a pro číselné vyjádření průběhu slouží různé indexy. Index perzistence, který vyjadřuje poměr produkce mléka za druhých 100 dní laktace k produkci mléka za prvních 100 dní laktace. Dále index stálosti laktace, kterým vyjadřujeme procentuální pokles dojivosti podle jednotlivých měsíců laktace. Veselovského index, který vyjadřuje koeficient poklesu laktační křivky a Sandersův index vyjadřuje poměr maximální denní dojivosti k dojivosti za 305 dní laktace (Botto et al. 1984).



Graf 3 - Porovnání nízké a vysoké perzistence laktace (převzato od Appuhamy et al. 2007)

Sledování tvaru laktační křivky může být nápomocné při rozlišování faktorů souvisejících s krmením nebo detekcí říje, jako je třeba větší zaměření na detekci říje v případě, že je tvar laktační křivky optimální, nebo naopak (Andresen et al. 2011). Také jsou vytvářeny nové ukazatele popisující laktační křivku. Jedná se například o maximální sekreční potenciál, změna v denním nádoji v brzké fázi laktace, obsah jednotlivých složek mléka atd. Tyto charakteristiky laktace poskytují podrobnější pohled na aspekty, které ovlivňují produkci mléka a také poskytují možnost zkoumat souvislosti mezi plodností a mléčnou užitkovostí dojnic (Albarrán-Portillo et al. 2013).

4.2.1 Produkce vztážená k maximu

Hodnotí se především po období vrcholu laktace a je vyjádřena v procentech.

$$P = \frac{\text{užitkovost}}{\text{maximální užitkovost}} * 100$$

4.2.2 Index perzistence

Indexů perzistence existuje více ale nejčastěji používáme P2:1, který vyjadřuje podíl mléčné produkce v druhých sto dní ku produkci za prvních sto dní laktace (Čítková et al. 2018). V České republice je to nepoužívanější způsob hodnocení perzistence a jeho hodnota by se ideálně měla pohybovat okolo 90 %.

$$P2:1 = \frac{\text{užitkovost } 101. - 200. \text{ den}}{\text{užitkovost } 1. - 100. \text{ den}} * 100$$

5 Vztah mezi perzistencí a celkovou užitkovostí

Znalost genetických vztahů mezi parametry laktační křivky a mléčnou užitkovostí je nezbytná pro společnou selekci obou těchto vlastností (Ferris et al. 1985). Celková mléčná užitkovost má na perzistenci vliv a tímto vztahem se zabývalo mnoho studií, ale výsledky se značně liší. Gengler (1996) má za to, že rozdíly jsou způsobené rozdílnými definicemi perzistence. Pokud byla perzistence definována jako podíl maximálního nádoje a dílčích nádojů, studie ukázaly pozitivní vztah mezi užitkovostí a perzistencí (Muir et al. 2004). Tedy, pokud se zlepšuje celkový nádoj, zlepšuje se i perzistence. Pokud ale byla perzistence počítána přes regresivní rovnice, výše celkového nádoje ovlivnila perzistenci negativně (Otwinowská-Mindur a Ptak 2015). Můžeme ale říct, že mezi perzistencí a mléčnou užitkovostí vztah vždy je, záleží ale na definici perzistence. Ferris et al. (1985) píše, že selekce na dojivost, průběh laktační křivky a vrcholovou užitkovost vedla k téměř stejnému 305dennímu nádoji jako selekce pouze na celkovou užitkovost. Tyto charakteristiky by tedy byly užitečné, pokud by bylo žádoucí rychlejší zvyšování užitkovosti v období vrcholu laktace. Selektace na zpožděné dosažení vrcholu laktace vedla k mnohem nižší mléčné užitkovosti za 305 dní. Parametry, které se snažily zploštit laktační křivku tak byly na úkor celkové užitkovosti. Tyto výsledky jsou měřené pouze u krav na první laktaci, v dalších laktacích se mohou měnit.

6 Vliv vysoké mléčné užitkovosti na plodnost a zdraví dojnic

Jedním ze základních předpokladů dosahování příznivých produkčních a ekonomických výsledků produkce mléka, masa a zástavového skotu na výkrm je odpovídající reprodukce (Toman 2013). Vztahy mezi znaky reprodukce a mléčné užitkovosti jsou složité a nárůst produkce mléka v posledních několika desetiletích byl spojen se sníženou plodností. Také charakteristiky rané laktace jako je dojivost ve vrcholu laktace a obsah složek v mléce je spojen s horšími reprodukčními schopnostmi (Albarrán-Portillo et al. 2013). Atashi et al.

2013 také píší, že za sníženou reprodukci u vysokoužitkových dojníc může být i zvýšené využívání příbuzenské plemenitby v rámci šlechtění na vysokou mléčnou užitkovost.

Při selekci na mléčnou užitkovost bychom měli zohledňovat také zdraví zvířat, a to z ekonomického i etického hlediska (Dobson et al. 2007). Ekonomická stránka věci je zřejmá a odhad ekonomických ztrát způsobených nemocemi je těžké odhadnout a liší se v jednotlivých populacích. Etické aspekty jsou spojeny s welfare zvířat a zájmy spotřebitelů, protože spotřebitelé chtějí živočišné produkty ze zdravých zvířat s co nejmenším používáním antibiotik a jiných léčiv (Simianer et al. 1991).

Několik studií potvrdilo, že stále zvyšující se mléčná užitkovost vede ke snižování plodnosti krav, což se projevilo jako prodloužení mezidobí (Inchaisri et al. 2010). Také se setkáváme s větším podílem tichých říjí (Dobson et al. 2007). Předpokládá se, že hlavním důvodem záporného vztahu dojivosti a reprodukce s úrovní zdraví je fakt, že dojnice produkuje velké množství mléka v době, kdy od ní zároveň očekáváme říji a zabřeznutí (Lean et al. 1989). Tomu také nasvědčuje fakt, že největší množství zdravotních problémů a mastitid se vyskytuje právě v době mezi otelením a vrcholem laktace. Na začátku laktace jsou krávy obvykle v negativní energetické bilanci, což znamená, že potřebují mobilizovat svoje tělesné zásoby, aby uspokojily zvýšenou potřebu živin pro produkci mléka (Haile-Mariam et al. 2003). Obecně je známo, že u krav s vysokou mléčnou produkcí je nižší produkce estrogenu a častěji se setkáváme s nepravidelnými a tichými říjemi (Atashi et al. 2013).

Rozdílné je také puerperium. Harrison et al. (1990) uvádí, že u krav s vysokou a průměrnou mléčnou užitkovostí se po porodu obnovuje ovariální aktivita přibližně ve stejnou dobu, ale projevy říje se výrazně liší. Jedním z faktorů, který by toto mohl způsobit, je interval od porodu do involuce dělohy, protože rychlost děložní involuce měla tendenci být pomalejší u krav, šlechtěných na vysokou mléčnou užitkovost. Počet dní od porodu do první vizuální říje je klíčovým faktorem, který ovlivňuje úroveň reprodukce i ekonomiku chovu. Management stáda hraje při zjišťování říje důležitou roli, nicméně několik výzkumů prokázalo, že u vysokoužitkových krav nastává první vizuální říje po porodu později.

Při selekci na vysokou dojivost je snaha minimalizovat negativní dopad na ostatní užitkové vlastnosti jako je plodnost, zdraví a dlouhověkost. V tom by mohla být perzistence laktace nápomocná, protože antagonistický vztah mezi užitkovostí a plodností může být ovlivněn tím, jak je dojivost rozložena v čase (Muir et al. 2004). Při stejné celkové užitkovosti mohou mít krávy s nižší užitkovostí ve vrcholu laktace a s vyšší perzistencí menší energetickou nerovnováhu, a tudíž méně zdravotních a reprodukčních problémů (Lean et al. 1989). Další výhodou je, že krávy s vysokou perzistencí mohou být krmeny levnějším objemným krmivem, které dokáže pokrýt jejich energetické nároky (Haile-Mariam et al. 2003). Možným způsobem, jak zvýšit celkovou užitkovost, aniž by se zvýšil výskyt nemocí a reprodukčních problémů, je tedy selektovat také na vysokou perzistenci. Selektce na perzistenci, probíhající souběžně se selekcí na mléčnou užitkovost, se zdá být přínosná pro zlepšení reprodukční výkonnosti (Muir et al. 2004).

Pokud budeme i nadále klást veškerý důraz na výši mléčné užitkovosti a nezohledníme do šlechtitelského cíle i znaky zdraví, může to mít v budoucnosti vážné následky pro ekonomiku stád (Simianer et al. 1991). Použití selekčních metod k překonání tohoto problému by mohlo zahrnovat využití býků s atypickým vztahem plodnosti a mléčné užitkovosti, nebo šlechtění na nižší dojivost ve vrcholu a vyšší perzistenci, případně obojí (Albarrán-Portillo et al. 2013).

7 Faktory ovlivňující perzistenci

Produkcí mléka ovlivňuje jak dědičné založení, tak okolní prostředí. Heritabilita mléčné užitkovosti je asi $h^2 = 0,2 - 0,3$ a je tedy ovlivněna především faktory prostředí (Frelich et al. 2011).

Vzhledem k tomu, že perzistence má také nízkou až střední heritabilitu, mnoho studií zkoumalo dopad faktorů prostředí jako je vliv ustájení, krmení, délka mezidobí atd. (Torshizi et al. 2019). Rozdíly mezi perzistencí laktace ve stádech jsou nejvíce způsobeny různými způsoby managementu, krmením a dalšími vlivy prostředí, ale také změnami ročních období v průběhu roku (Torshizi et al. 2019). Na chovateli tedy je, aby optimalizoval faktory, které ovlivnit může.

7.1 Genetické vlivy

Heritabilita perzistence laktace je nízká až střední, Gengler (1996) uvádí dědivost 0,01 – 0,3, což ukazuje na možnost zlepšování populace selekcí (Swalve 2000).

Dědivost perzistence a genetická souvislost s dojivostí celkovou a za jednotlivé laktace závisí na plemeni, pořadí laktace, metodách vyhodnocování dat a také jak perzistenci definujeme (Torshizi et al. 2019). U mléčného skotu se několik studií zabývalo vztahem mezi základními znaky tvaru mléčné křivky, jako je perzistence a vrcholová užitkovost, a produkčními a funkčními znaky. Strategie pro genetické zlepšení perzistence laktace však nejsou zcela jasné, protože panuje neshoda v tom, kterými ukazateli perzistenci vyjádřit (Pulina et al. 2007).

7.2 Výživa

Výživa je nejdůležitějším faktorem, který ovlivňuje mléčnou užitkovost i reprodukci a při špatné výživě může dojít ke snížení mléčné užitkovosti o 50–70 %. Chovatel proto musí znát a dodržovat nároky dojnice na živiny v jednotlivých fázích laktace (Frelich et al. 2011).

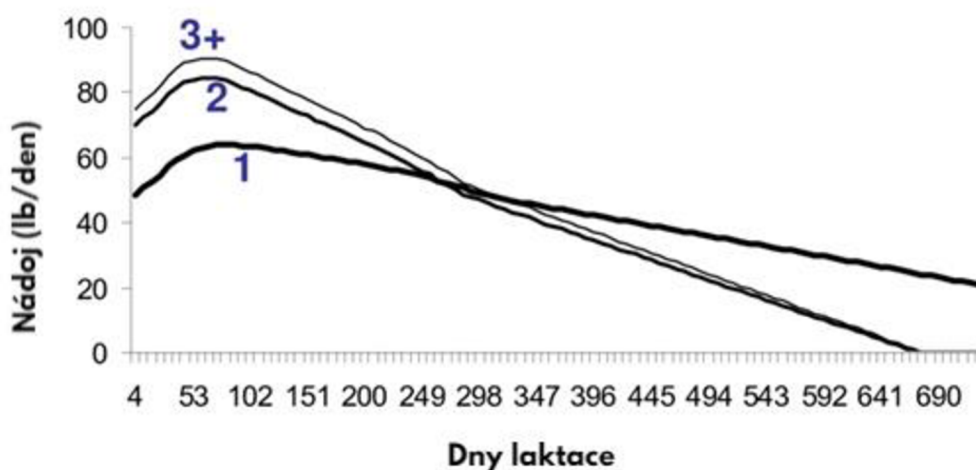
Sledování vývoje laktační křivky může být užitečné při upravování krmné dávky nebo při managementu detekce říje a pokud je tvar laktační křivky optimální, můžeme se zaměřit na jiné užitkové vlastnosti. Úprava strategie krmení v první části laktace tak může optimalizovat průběh laktační křivky a zkrátit servis periodu (Andersen et al. 2011). Pro danou délku laktace a celkovou dojivost je vliv perzistence na náklady krmení výsledkem nesouladu mezi tvarem laktační křivky a tvarem křivky příjmu krmiva během laktace. Jinými slovy, nejnižších

nákladů na krmení dosáhneme, pokud spotřeba krmiva odpovídá křivce spotřebované energie během laktace. Tento výsledek platí bez ohledu na délku laktace (Dekkers et al. 1998).

Dojnice s plochou laktační křivkou mají vyšší perzistenci než dojnice se stejnou doživostí ale strmou laktační křivkou. U krav s vyšší perzistencí je nižší výskyt metabolických a reprodukčních poruch, které mají původ ve fyziologickém stresu, který je způsoben vysokou mléčnou užitkovostí. U vysokoperzistentních krav pak můžeme zvýšit podíl objemných krmiv a tím snížit výrobní náklady. Znalost pravděpodobného průběhu laktační křivky zefektivňuje strategie krmení, protože můžeme vytvořit skupiny zvířat s podobnou laktační křivkou a adekvátně je krmit (Tekerli et al. 2000).

7.3 Pořadí laktace

Mléčná užitkovost se s vzrůstajícím věkem dojnice zvyšuje do doby, kdy je dosažena maximální užitkovost, té je obvykle dosaženo na čtvrté laktaci (Frelich et al. 2011). Cole a Null (2009) dokonce tvrdí, že rozdíly mezi perzistencí jsou větší mezi jednotlivými laktacemi než mezi plemeny skotu. Krávy na první laktaci mají nižší počáteční nádoj a vrchol laktace, ale laktační křivka je plošší, to znamená, že celková perzistence je vysoká. Naopak krávy na dalších laktacích mají vyšší celkovou doživost i vrchol (Graf 4). Můžeme tedy říct, že dojnice s vysokou mléčnou užitkovostí během vrcholu laktace budou pak mít strmější snížení doživosti, než krávy s nižší produkcí (Mostert et al. 2008).



Graf 4 - Průběh laktace na jednotlivých oteleních (převzato od De Vrais 2006)

7.4 Mezidobí

Plodnost má u dojného skotu také významný vliv na ekonomiku stáda (Kvapilík 2010) a mezidobí je široce používaným měřítkem úspěšnosti reprodukce, protože data o oteleních jsou jednoduše dostupná v evidenci. Navíc mezidobí zahrnuje souhrn událostí, které nakonec vedou k úspěšnému otelení a z dostupných dat tak můžeme vypočítat mezidobí a analyzovat jej pro posouzení úrovně plodnosti v komerčních chovech dojníc (Albarrán-Portillo et al.

2013). Krátkým mezidobím dosáhneme většího počtu potomků a vyšší denní dojivosti, ale je zde také větší riziko výskytu poporodních onemocnění. Další nevýhodou je větší počet dní za rok, kdy kráva stojí na sucho, a tedy je méně dní, kdy produkuje mléko (Sørensen et al. 2003). Je tedy otázkou, jestli je opravdu krátké mezidobí ekonomicky výhodné.

Předpokládá se, že hlavním důvodem nízké plodnosti je negativní energetická bilance (NEB). Několik studií prokázalo vztah mezi energetickou bilancí a tvarem laktační křivky a tento vztah se pak odráží v délce servis periody (Němečková et al. 2015). Při prodloužení servis periody dochází k prodloužení laktačního období a důsledkem toho se zvyšuje dojivost za laktaci. Na druhé straně ale dochází ke snížení celkové mléčné užitkovosti na krávu a rok, protože se snižuje průměrný denní nádoj. Optimální délka mezidobí je 365 dnů (Frelich et al. 2011). Aby chovatel dosáhl požadované délky mezidobí a dobré dojivosti, je ideální, pokud kráva zabřežne 60-90 dní po otelení (Tekerli et al. 2000).

Krávy s nižší mléčnou užitkovostí na počátku laktace mají kratší mezidobí (tj. zabřežnou dříve), ale delší mezidobí je spojeno s vyšší celkovou užitkovostí za normovanou laktaci (Atashi et al. 2013). Němečková et al. (2015) píše, že navzdory delšímu mezidobí a jen malému rozdílu v celkové užitkovosti za normovanou laktaci, průměrná denní užitkovost za celé mezidobí byla výrazně vyšší u krav se střední délkou mezidobí oproti kravám s krátkým mezidobím. To může být způsobeno velmi dobrou perzistencí a výrazně vyšší celkovou dojivostí. Také podle Andersena et al. (2011) je průměrná denní dojivost přímo ovlivněna perzistencí laktace. Krávy s krátkým mezidobím měly strmý nárůst dojivosti v počátku laktace a pak i rychlé snížení po dosažení vrcholu. A ačkoli jejich produkce v prvních 120 dnech byla nejvyšší, měly nižší perzistenci a během 305denní laktace nadojily méně. Nižší perzistenci u krav s kratším mezidobím zaznamenali i Tekerli et al. (2000). Také doba dosažení vrcholu laktace koreluje s mezidobím a pozdější vrchol je spojován s kratším mezidobím (Albarrán-Portillo 2013).

Při stanovení optimální délky mezidobí bychom tedy měli vzít v úvahu i její vztah k perzistenci laktace a dojivosti. Nejvyššího zisku dosahují krávy se střední délkou mezidobí, což může být způsobeno právě vyšší perzistencí. Z těchto zjištění lze usoudit, že vhodnou délku mezidobí pro jednotlivá stáda lze stanovit pouze podle výše perzistence a dojivosti (Němečková et al. 2015). U vysokoužitkových dojnic můžeme díky vysoké perzistenci mezidobí prodloužit, aniž bychom snížili jejich ziskovost.

7.5 Zdravotní stav

Pokud dojnice onemocní, dochází téměř vždy ke snížení dojivosti. Nejčastěji se setkáváme s nemocemi mléčné žlázy, metabolickými poruchami nebo poruchami plodnosti (Frelich et al. 2011). Mnoho běžných nemocí a patologií jako například kulhání, metritida, ketóza nebo mastitida může perzistenci ovlivnit. Lepší zdravotní stav a menší výskyt nemocí je tedy spojován s vyšší perzistencí laktace (Appuhamy et al. 2007).

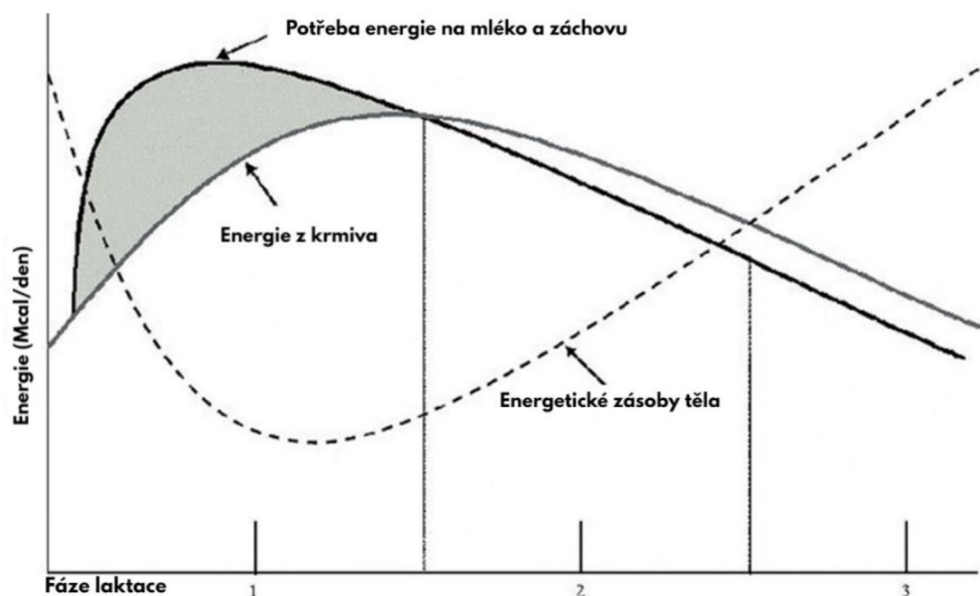
Dvěma základními charakteristikami, které s perzistencí souvisí, je počet somatických buněk a výskyt mastitidy. Počet somatických buněk (PSB) je celkový počet buněk v jednom

mililitru mléka, odráží zdravotní stav mléčné žlázy a částečně odráží kvalitu mléka. Mastitida zvyšuje odumírání buněk mléčné žlázy, tím se zvyšuje PSB. Může docházet ke snížení dojivosti a snižování perzistence, zvláště po dosažení vrcholu laktace (Appuhamy et al. 2007).

Mastitida na počátku laktace byla významně spojena se sníženou perzistencí u krav na vyšších laktacích. A u prvotetek s vysokou perzistencí se mastitida vyskytovala výrazně méně. Jak prvotelky, tak krávy na vyšší laktaci, které měly mastitidu v pozdním období laktace, měly o dost nižší perzistenci. Bez ohledu na dobu výskytu měla tedy mastitida tendenci snižovat perzistenci. Nicméně perzistence a průběh laktační křivky neměla významnou souvislost s výskytem onemocnění v následujících laktacích. Výsledky naznačují, že nemoci významně ovlivňují perzistenci, ale výše perzistence moc incidenci onemocnění neovlivňuje (Appuhamy et al. 2007).

7.6 Negativní energetická bilance

Zvířata s velmi vysokou užitkovostí na vrcholu laktace nejsou schopna přijmout dostatečné množství živin v první části laktace. To způsobuje negativní energetickou bilanci (Graf 5) (Pulina et al. 2007). Kráva s vyšší perzistencí je méně metabolicky zatěžována v době vrcholu laktace a je tak vystavena menšímu nebezpečí zdravotních problémů a problémům s plodností (Otwinowska-Mindur a Ptak, 2015). I Atashi et al. (2013) doložili, že vyšší perzistence a nižší vrchol laktace díky menší energetické nerovnováze zlepšuje odolnost krav vůči metabolickému stresu a metabolickým poruchám. Citlivost na různá onemocnění je u vysokoprodukčních zvířat vyšší než u krav s nižší produkcí (Simianer et al. 1991).



Graf 5 - NEB během laktace (převzato od Van Hoeij 2017)

Studie prováděná Andersenem et al. (2011) naznačuje, že existuje dynamický vztah mezi negativní energetickou bilancí, mléčnou užitkovostí a reprodukční výkonností dojnice. Tato

hypotéza se shoduje i s předchozími studiemi. Zahájení laktace vysokou dojivostí, po které následuje mírný pokles je spojeno s pozdějším zabřezáváním, a to i přes stejnou maximální užitkovost. Krávy s nižším a pozdějším vrcholem, tedy s vyšší perzistencí, vykazovaly nižší míru negativní energetické bilance, takže míra metabolického stresu nebo onemocnění na začátku laktace je nižší. Dochází totiž k menší mobilizaci tělesných rezerv k pokrytí potřeby živin. Proto by snížení dojivosti na začátku laktace a následné zvýšení perzistence po dosažení vrcholu mohlo přispět ke zdraví dojnic, aniž by se snížila celková mléčná užitkovost (Togashi and Lin, 2003). Tyto krávy také dosahovaly lepších výsledků zabřezávání (Ferris et al. 1985). Co se týče reprodukce, tak je známo, že prevence metabolického stresu během prvního trimestru laktace zlepšuje reprodukční výkonnost (Otwinowska-Mindur a Ptak, 2015).

Perzistence laktace přímo koresponduje s náklady na krmivo, proto má ekonomický význam i tady. Při vysoké perzistenci můžeme zvýšit podíl energie získané z objemných, levnějších krmiv (Dekkers et al. 1998).

7.7 Věk při otelení

Doporučený věk pro první otelení je 26–28 měsíců, přičemž hmotnost jalovice by měla být v rozmezí 500 až 550 kg (Frelich et al. 2011). Nižší věk při prvním otelení snižuje náklady na odchov a zkracuje generační interval. (Toman 2013). Tato kritéria jsou podřízena chovnému cíli, podle kterého můžeme odchovat zdravé, vysoce užitkové a dlouhověké dojnice. Botto et al. (1984) uvádějí, že jalovice otelené ve vyšším věku dosáhly na první laktaci vyšší dojivosti. To je v rozporu s Muirem et al. (2004), kteří píšou, že jalovice s dřívějším nástupem říje a dřívější inseminací dosáhly vyšší užitkovosti ve vrcholu laktace, pozdějšího vrcholu laktace a vyšší celkové užitkovosti za 305denní laktaci. Jinými slovy, měly vysokou celkovou užitkovost i perzistenci. Chovatel by tak měl při určování věku první inseminace zohlednit podmínky chovu a vlastnosti plemene, které chová, protože zde není jednoznačný závěr.

7.8 Podmínky ustájení a tepelný stres

Teplota prostředí je hlavním faktorem, který může negativně ovlivnit produkci mléka, hlavně u krav šlechtěných na vysokou produkci mléka (Kadzere et al. 2002) zejména v létě nebo v oblastech s horkým podnebím. Tepelný stres může ovlivnit užitkovost a zdraví dojnic jak během laktace, tak i během stání na sucho. Nejvíce jsou na tepelný stres citlivé dojnice ve fázi vrcholu laktace a krávy, které jsou čerstvě zasušené (Atrian a Shahryar 2012). Pro krávy v laktaci je optimální teplota 4-24 °C a teploty mimo toto rozmezí jsou již pro zvíře nekomfortní a čím více se od tohoto rozmezí vzdalujeme, tím více vystavujeme krávu stresu. Kromě teploty je dalším důležitým faktorem vlhkost vzduchu.

Tělesná teplota je výsledkem rovnováhy mezi produkcí tepla a tepelnými ztrátami. U vysokoprodukčních dojnic je produkce tepla kvůli intenzivnějšímu metabolismu vyšší a s teplým okolím prostředím se tak hůře vypořádávají (Kadzere et al. 2002).

Účinky tepla na produkci mléka byly rozsáhle studovány, protože snížení užitkovosti má na chovatele dopad v podobě snížení výnosů (Smith 1996). Zhoršení mléčné užitkovosti v horkém klimatu potvrzuje řada výzkumů, nicméně úroveň zhoršení může být různá, v závislosti na managementu chovu dojnic. V dobře chlazených chovech snižuje tepelný stres dojivost asi o 10-15 %, zatímco v nechlazených chovech s náročnými podmínkami se dojivost může snížit o 40-50 % (West 2003). Vlivem vysokých teplot se mění také složení mléka a snižuje se obsah tuku a bílkovin. Dalším dopadem je snížený příjem krmiva až o 10 %, což také přispívá ke snížení dojivosti, z důvodu nedostatku živin.

Prevence zvýšení tělesné teploty může být provedena několika způsoby (Shibata 1996):

1. Snížení teploty prostředí úpravou konstrukce stáje, kde je skot chován.
2. Zavedení chladicích zařízení jako jsou větráky či zkrápění vodou.
3. Zlepšení využívání energie z krmiva, a redukce produkovaného tepla pomocí optimalizace strategií krmení.

Zajištění přístupu k vodě během horkých období je také běžnou metodou prevence tepelného stresu. Požadavky na napájení jsou vyšší u dojících krav než u krav suchostojných a dojnice potřebuje 4-5 litrů vody na každý kilogram vyprodukovaného mléka. Vysokoužitkové krávy proto jsou náchylnější k tepelnému stresu a potřebují více vody než krávy s nižší produkcí. Pokud je kráva vystavena tepelnému stresu její denní příjem vody se zvyšuje až dvojnásobně (Atrian a Shahryar 2012).

Kadzere et al. (2002) píše, že krmná dávka s vysokým obsahem jadrných krmiv a minimem vlákniny snižují tepelný stres u dojnic v laktaci, protože Metabolizovatelná Energie (ME) z koncentrovaného krmiva je využívána s větší účinností (menší přírůstek tepla) než ME z diet s vysokým obsahem píce. Na velkých farmách dojnice dlouho čekají na dojení v čekárnách před dojírnou, čímž jsou také vystavovány tepelnému stresu, zvláště v létě. Tomuto problému se můžeme částečně vyhnout tak, že odpolední dojení odsuneme o jednu až dvě hodiny (Atrian a Shahryar 2012).

7.9 Roční období

Při hodnocení užitkovosti dojnic je třeba vzít v úvahu také vliv roku a období telení, servis periodu a pořadí telení. Nejvyšší užitkovost ve vrcholu laktace je spojována s kravami, které se otelily na podzim a v zimě. Perzistence byla vyšší u prvotetek a krav, které se otelily v létě a na podzim (Tekerli et al. 2000).

Dědkovou a Němcovou (2003) bylo zjištěno, že období otelení nemělo velký vliv na celkovou mléčnou užitkovost za laktaci, naopak nejvlivnějším faktorem bylo pořadí otelení. Nicméně pro perzistenci roční období vliv mělo. Obecně se perzistence od října do ledna snižovala a zvyšovala se od října do července. Sklon křivky laktace měl k vrcholu strmější průběh u krav s telením v zimě nebo začátkem jara a také celková výše užitkovosti byla vyšší

u laktací začínajících v zimě a na jaře. Nejnižší celkový nádoj byl zjištěn u krav otelených v červnu a červenci a nejvyšší u krav otelených v říjnu až prosinci. Letní telení bylo spojeno s dřívějším nástupem vrcholu laktace.

7.10 Vícečetná gravidita

U skotu se většinou setkáváme s narozením jednoho telete, ale příležitostně se může stát, že reprodukční proces skotu vede k narození dvojčat. V některých případech to lze považovat za žádoucí, třeba u produkce masného skotu, protože se tím zvyšuje ziskovost a hmotnost odstavených telat na jednu krávu. Naproti tomu u mléčného skotu to není vhodné, protože narození dvojčat má negativní vliv na otelenou krávu i na narozená telata, a tak se snižuje rentabilitu chovu (Cabrera a Fricke 2021). Uváděné údaje o vlivu porodu dvojčat na následnou užitkovost jsou rozporuplné a tyto neshody mohou být důsledkem rozdílů v managementu krav s dvojčetným porodem během březosti a laktace (Atashi et al. 2012).

Mezi rizikové faktory, které vícečetnou graviditu mohou způsobit patří genetika, roční období, výše mléčné užitkovosti a počet předchozích otelení. Právě mléčná produkce a stálá tendence jejího zvyšování je nejdůležitějším vlivem a od devadesátých let minulého století byl zaznamenán nárůst případů porodů dvojčat (Cabrera a Fricke 2021). S tím také souvisí větší podíl potratů, protože vícečetná březost zatěžuje organismus krávy více než březost s jedním plodem. Dvojčata snižují produkční i reprodukční schopnosti dojnice, protože ta pak potřebuje delší čas stání na sucho a také více dní servis periody (Cabrera a Fricke, 2021).

Atashi et al. (2012) uvádí, že u živě porozených dvojčat byl denní nádoj, perzistence i celková užitkovost vyšší než u jednoho telete, což je v rozporu s jinými autory. Syrstad (1977) píše, že dvojčata měla negativní vliv na perzistenci, a i doživost, a to přibližně o 200 kg mléka za laktaci. Také Bell a Roberts (2007) pozorovali snížení užitkovosti, dokonce o 304 kg.

Potraty dvojčat významně ovlivňují laktační křivku, a to především před a během vrcholu laktace. Po dosažení vrcholu nebyl průběh snižování produkce mléka rozdílný. U mrtvě narozených dvojčat byl vyšší perzistence s pozdějším vrcholem a z ekonomického hlediska byla snížena užitkovost o 612 kg mléka na krávu za laktaci (Atashi et al. 2012).

Bell a Roberts (2007) doporučují březí krávu s dvojčaty zasušit alespoň o týden dříve než normálně, tak aby měla více než 60 dní dostat se do vhodné kondice k otelení a začátku laktace. Také se doporučuje více krmít koncentrovanými krmivými, aby v době otelení měla kráva kondici přibližně na hodnotě 3.

8 Ovlivnění perzistence člověkem

Výhody zvyšování perzistence u mléčného skotu jsou na praktické úrovni stáda nesporné. (Strapáková et al. 2016). Vysokoperzistentní dojnice mají delší období vysoké užitkovosti, lépe využívají objemné krmivo, jsou méně náchylné k nemocem a celkový nádoj je vysoký (Dekkers et al. 1998). Proto má smysl zlepšovat úroveň doživosti i perzistence současně a je

nežádoucí zlepšovat jeden znak na úkor druhého (Togashi a Lin 2003). Dříve probíhala selekce pouze na zvýšení mléčné produkce nebo pouze na zlepšení perzistence či změnu tvaru laktační křivky. Dnes se genetické zlepšení perzistence laktace provádí postupnými změnami v poměru jednotlivých fází laktace, tak abychom dosáhli požadovaného tvaru laktační křivky (Togashi a Lin 2003). Vzhledem k tomu, že perzistence je z větší části ovlivněná faktory okolního prostředí, musíme kromě genetického založení dojnice věnovat pozornost také podmínkám chovu, vyhledávání říje a vhodné skladbě krmné dávky.

9 Využití Big dat

Efektivní systém řízení rozhodování v chovu dojnic má zásadní význam pro úspěšnost podniku (Meadows et al. 2005). V rámci precizního zemědělství se na mléčných farmách využívají nové technologie a umělá inteligence pro řízení chovu. Díky tomu mají chovatelé přístup k nepřetržitému toku dat (Big data), která pak využívají při rozhodování a v managementu chovu. Big data jsou velké soubory informací, které jsou sbírány a díky jejich vyhodnocování softwarovými nástroji můžeme činit rozhodnutí v reálném čase. Při oddělené analýze jednotlivých údajů nám tato data slouží jako informativní nástroj a popisují mnoho činností, které se na mléčné farmě odehrávají (např. rozhodnutí o řízení krmení, genetické testování, výsledky testovacích dnů, složení mléka, detekce říje). Pokud jsou však Big data integrována, mohou přinést ještě důležitější poznatky o různých situacích, které se na farmě odehrávají, a zlepšit a zefektivnit rozhodování (Cabrera et al. 2020).

Pomocí souborů dat o řízení stáda a krmení můžeme zlepšit přesnost výživy a účinnost krmiva, snížit náklady na krmivo a ztráty živin. Data o zdravotním stavu můžou identifikovat krávu s vyšším rizikem výskytu klinické mastitidy, ještě před nástupem onemocnění (Cabrera et al. 2020).

Na Wisconsinské univerzitě pracují od roku 2008 na různých nástrojích, které mají zajistit sbírání a analýzu Big dat a následně na jejich základě dělat rozhodnutí v reálném čase. Jedním z těchto nástrojů je MilkCurve Fitter. Tento nástroj převádí pozorované údaje o mléčné produkci stáda dojnic a předpovídá tvar laktační křivky. Je užitečný pro zemědělce, aby mohli předpovídat produkci mléka, posuzovat dopad změn vrcholu nebo setrvalosti laktační křivky a využívat funkci pro řadu dalších manažerských rozhodnutí. Nástroj je velmi efektivní i pro ekonomické analýzy stáda dojnic a lze jej využít pro rozhodování v rámci mnoha oblastí řízení mléčných farem, jako jsou reprodukce, zdraví, výživa a genetika. (Cabrera et al. 2018).

Rozhodování založené na datech je v dnešních systémech mléčných farem nezbytností. Řízení chovů se neustále vyvíjí a kvalitní, integrovaná data v reálném čase mohou manažerům stád pomoci. V blízké budoucnosti budou ti nejlepší manažeři stád využívat k odhadu dopadu svých rozhodnutí průběžně integrované prediktivní nástroje v reálném čase (Cabrera et al. 2018).

10 Ekonomický význam perzistence

V chovu mléčného skotu je genetické založení stáda spolu s vhodnými podmínkami ustájení a dobrým managementem základním předpokladem pro dosažení přijatelných ekonomických výsledků (Inchaisri et al. 2010). Zahrnutí perzistence laktace do chovného cíle vyžaduje odhad její ekonomické hodnoty (Dekkers et al. 1998) a tu můžeme odvozovat až při optimalizovaných strategiích inseminace, krmení a brakaci dojnic (Dekkers 1991). Ekonomická hodnota perzistence se skládá ze čtyř hlavních komponent: vliv perzistence na zdravotní náklady, na reprodukční výkonnost, na náklady na krmivo a na výkonnost při nestandardní délce laktace (Dekkers et al. 1998).

Pokud je jedním z kritérií šlechtitelského cíle užitkovost za 305 dní laktace, musí být ekonomická hodnota perzistence odvozena od svého vlivu na zisk při produkci mléka za 305 dní. Kromě toho musíme vzít v potaz skutečnost, že ačkoli se užitkovost za normovanou laktaci standardně používá jako měřítko pro šlechtitelské účely, v realitě je často délka laktace jiná než 305 dní. Krávy s vysokou perzistencí budou mít lepší užitkovost, pokud je délka laktace delší než 305 dní, ale při krátkých laktacích budou dosahovat horších výsledků než krávy s nižší perzistencí. (Dekkers et al. 1998).

Ekonomický význam perzistence spočívá v tom, že při vyšší perzistenci se snižují náklady na dojnici. Toto snižování nákladů probíhá ve dvou pohledech. Zaprvé, vysoká perzistence snižuje výdaje na krmení, protože laktace je rozložena rovnoměrněji a požadavky na energii nejsou ta vysoké. A díky tomu můžeme zvýšit podíl objemných, levnějších, krmiv v krmné dávce (Dekkers et al. 1998). Nejnížší náklady na krmivo má ta křivka laktace, která vede k potřebě energie rovnoběžné s křivkou příjmu krmiva a tento výsledek platí bez ohledu na délku laktace. Toto zjištění je pro chovatele důležité, protože výdaje na krmivo představují největší část (asi 42 %) z celkových nákladů (Kvapilík 2010). Z výše uvedeného vyplývá, že vliv perzistence na náklady na krmivo bude záviset na tvaru křivky příjmu krmiva (Dekkers et al. 1998). Také se snižují náklady na ošetřování a na reprodukci. Gengler (1996) píše, že dohromady může mít perzistence relativní ekonomickou váhu až 10 % ve vztahu k celkové mléčné užitkovosti.

10.1 Reprodukce jako ekonomický faktor

Po mnoho let si znaky mléčné užitkovosti držely přední místo mezi důležitými šlechtitelskými cíli. Výzkum se proto soustředil spíše na ty faktory ve fyziologii a výživě zvířat, které by zvýšily produkci mléka na vrcholu laktace (Strapáková et al. 2016). Rentabilita chovu je ale dána nejen celkovou výší mléčné užitkovosti a další velmi důležitou užitkovou vlastností je reprodukce, protože předpokladem pro začátek laktace je otelení (Dobson et al. 2007).

Reprodukční výkonnost má velký vliv na průměrný zisk i na ekonomickou hodnotu perzistence (Meadows et al. 2005). Dekkers et al. (1998) uvádí, že snížení reprodukční výkonnosti o 50 % u krav se střední perzistencí, byla ekonomická hodnota perzistence 2,5krát větší než u krav s normální úrovní reprodukce. Tento velmi zásadní vztah je dán faktem, že

reprodukční vlastnosti ovlivňují jak délku mezidobí, tak délku laktace jako takové (Lean et al. 1989). Při vysoké perzistenci je také výhodné prodloužit servis periodu a odložit inseminaci u vysokoužitkových krav na čtvrté a vyšší laktaci (Dekkers et al. 1998). Průměrná denní dojivost bude stále vysoká, ale dojnici vystavíme výrazně menšímu fyziologickému stresu.

Perzistence může být významným ukazatelem při rozhodování o inseminaci a vyřazování. V případě vysoké perzistence je optimální doba dobrovolného vyřazení opožděna a inseminace je rentabilní déle a tedy krávy, které nezabřezly můžeme ponechat až do konce laktace. Také optimální doba inseminace byla u vysokoprodukčních krav při vysoké perzistenci opožděna, zejména u krav na první laktaci (Dekkers et al. 1998).

Muir et al. (2004) píše, že selekce na perzistenci laktace má smysl pro genetické zlepšení reprodukční výkonnosti a tuto selekci můžeme provádět společně se selekcí na vyšší celkové mléčné užitkovosti.

11 Závěr

Cílem práce bylo zhodnotit vliv tvaru laktační křivky na mléčnou produkci, a tedy i na ekonomiku chovu mléčného skotu. Byly popsány vlivy, které perzistenci laktace ovlivňují: mezidobí, pořadí laktace, výživa a negativní energetická bilance, podmínky ustájení, genetické vlivy, roční období a vícečetná březost. A je také uvedeno, jak se úroveň perzistence projevuje ve welfare a užitkovosti skotu. V práci jsou shrnuty dopady vysoké mléčné užitkovosti na zdraví a úroveň reprodukčních ukazatelů dojnic a jejich vliv na rentabilitu chovu.

Ze zjištěných informací můžeme říct že:

- Perzistence laktace je charakteristikou mléčné produkce a její hodnocení může být pro chovatele užitečným nástrojem v managementu chovu.
- Vysoká perzistence zlepšuje zdraví, dlouhověkost i reprodukční schopnosti krav.
- Perzistence laktace je především ovlivněna vnějšími vlivy, ale selekce je také možná.
- Při vysoké perzistenci můžeme zvětšit podíl objemných krmiv v krmné dávce.
- Díky sledování průběhu laktační křivky můžeme optimalizovat krmnou dávku, a tak nebude dojnice vystavována takovému metabolickému stresu.
- Krávy s vyrovnanou laktací mají lepší výsledky reprodukce, což snižuje náklady na inseminaci.
- Při vysoké perzistenci se snižují veterinární výdaje a náklady na krmení.
- Díky sběru big dat je možné tvořit a vyhodnocovat laktační křivku v reálném čase, a to zefektivňuje chov mléčného skotu.

12 Literatura

- Albarrán-Portillo B, Pollott GE. 2013. The relationship between fertility and lactation characteristics in Holstein cows on United Kingdom commercial dairy farms. *Journal of Dairy Science* **96**:635–646.
- Andersen F, Østerås O, Reksen O, Toft N, Gröhn YT. 2011. Associations between the time of conception and the shape of the lactation curve in early lactation in Norwegian dairy cattle. *Acta Veterinaria Scandinavica* **53**:5.
- Appuhamy J, Cassell BG, Dechow CD, Cole JB. 2007. Phenotypic relationships of common health disorders in dairy cows to lactation persistency estimated from daily milk weights. *Journal of Dairy Science* **90**:4424–4434.
- Atashi H, Zamiri MJ, Akhlaghi A, Dadpasand M, Sayyadnejad MB, Abdolmohammadi AR. 2013. Association between the lactation curve shape and calving interval in holstein dairy cows of iran. *Iranian Journal of Veterinary Research* **14**:88–93.
- Atashi H, Zamiri MJ, Sayyadnejad MB. 2012. Effect of twinning and stillbirth on the shape of lactation curve in Holstein dairy cows of Iran. *Archives Animal Breeding* **55**:226–233.
- Atrian P, Shahryar HA. 2012. Heat Stress in Dairy Cows (A Review). *Research in Zoology*, **2**:31–37.
- Ball PJH, Peters AR. 2004. *Reproduction in Cattle*. Blackwell Publishing, Oxford.
- Bell MJ, Roberts DJ. 2007. Effect of twinning on the feed intake, performance and health of dairy cows. *Livestock Science* **107**:274–281.
- Botto V, Koníček R, Pašek V, Žižlavský J. 1984. *Chov hovädzieho dobytku*. Priroda, Bratislava.
- Bouallegue M, Haddad B, Aschi MS, BenHamouda M. 2013. Effect of environmental factors on lactation curves of milk production traits in Holstein – Friesian cows reared under North African condition. *Livestock Research and Rural Development* **25**:5–10.
- Brog RA. 1971. Is Fat-Corrected Milk Sufficient? *Journal of Dairy Science* **54**:1137–1141.
- Cabrera VE, Barrientos-Blanco JA, Delgado H, Fadul-Pacheco L. 2020. Symposium review: Real-time continuous decision making using big data on dairy farms. *Journal of Dairy Science* **103**:3856–3866.
- Cabrera VE, Fricke PM. 2021. Economics of twin pregnancies in dairy cattle. *Animals* **11**:1 - 13.
- Cabrera VE. 2018. Invited review: Helping dairy farmers to improve economic performance utilizing data-driving decision support tools. *Animal* **12**:134–144.

- Čítková D, Vacek M, Čítek J, Syruček J. 2018. Vliv délky a perzistence laktace na rentabilitu výroby mléka. Česká zemědělská univerzita, Praha.
- Cole JB, Null DJ. 2009. Genetic evaluation of lactation persistency for five breeds of dairy cattle. *Journal of Dairy Science* **92**:2248–2258.
- De Vries A. 2006. Ranking Dairy Cows for Optimal Breeding Decisions Proceedings. University of Florida. 43rd Annual Florida Dairy Production Conference, Gainesville 49–66.
- Dědková L, Němcová E. 2003. Factors affecting the shape of lactation curves of Holstein cows in the Czech Republic. *Czech Journal of Animal Science* **48**:395–402.
- Dekkers JCM, Ten Hag JH, Weersink A. 1998. Economic aspects of persistency of lactation in dairy cattle. *Livestock Production Science* **53**:237–252.
- Dekkers JCM. 1991. Estimation of economic values for dairy cattle breeding goals: Bias due to sub-optimal management policies. *Livestock Production Science* **29**:131–149.
- Dobson H, Smith RF, Royal MD, Knight CH, Sheldon IM. 2007. The high-producing dairy cow and its reproductive performance. *Reproduction in Domestic Animals* **42**:17–23.
- Ferris TA, Mao IL, Anderson CR. 1985. Selecting for Lactation Curve and Milk Yield in Dairy Cattle. *Journal of Dairy Science* **68**:1438–1448.
- Frelich J. 2011. Chov hospodářských zvířat. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, České Budějovice.
- Gengler N. 1996. Persistency of lactation yields: a review. *Interbull Bulletin* **12**:87–96.
- Haile-Mariam M, Bowman PJ, Goddard ME. 2003. Genetic and environmental relationship among calving interval, survival, persistency of milk yield and somatic cell count in dairy cattle. *Livestock Production Science* **80**:189–200.
- Harrison RO, Ford SP, Young JW, Conley AJ, Freeman AE. 1990. Increased Milk Production Versus Reproductive and Energy Status of High Producing Dairy Cows. *Journal of Dairy Science* **73**:2749–2758.
- Inchaisri C, Jorritsma R, Vos PLAM, van der Weijden GC, Hogeveen H. 2010. Economic consequences of reproductive performance in dairy cattle. *Theriogenology* **74**:835–846.
- Jakobsen JH, Madsen P, Jensen J, Pedersen J, Christensen LG, & Sorensen DA. 2002. Genetic parameters for milk production and persistency for danish holsteins estimated in random regression models using REML. *Journal of Dairy Science* **85**:1607–1616.

- Kadzere CT, Murphy MR, Silanikove N, Maltz E. 2002. Heat stress in lactating dairy cows: A review. *Livestock Production Science* **77**:59–91.
- Kvapilík J. 2010. Hodnocení ekonomických ukazatelů výroby mléka. Certifikovaná metodika. Výzkumný ústav živočišné výroby, Praha.
- Lean IJ, Galland JC, Scott JL. 1989. Relationships between fertility, peak milk yields and lactational persistency in dairy cows. *Theriogenology* **31**:1093–1103.
- Lee S, Park J. 2022. A Vector Representation of Lactation Curves for Dairy Cows. *Agriculture* **12**:395-408.
- Macciotta NPP, Dimauro C, Rassa SPG, Steri R, Pulina G. 2011. The mathematical description of lactation curves in dairy cattle. *Italian Journal of Animal Science* **10**:213–223.
- Meadows C, Rajala-Schultz PJ, Frazer GS. 2005. A spreadsheet-based model demonstrating the nonuniform economic effects of varying reproductive performance in Ohio dairy herds. *Journal of Dairy Science* **88**:1244–1254.
- Mostert BE, Van Der Westhuizen RR, Theron HE. 2008. Procedures for estimation of genetic persistency indices for milk production for the South African dairy industry. *South African Journal of Animal Sciences* **38**:224–230.
- Muir BL, Fatehi J, Schaeffer LR. 2004. Genetic relationships between persistency and reproductive performance in first-lactation Canadian Holsteins. *Journal of Dairy Science* **87**:3029–3037.
- Němečková D, Stádník L, Čítek J. 2015. Associations between milk production level, calving interval length, lactation curve parameters and economic results in Holstein cows. *Mljekarstvo* **65**:243–250.
- Otwinowska-Mindur A, Ptak E. 2015. Genetic analysis of lactation persistency in the polish holstein-friesian cows. *Animal Science Papers and Reports* **33**:109–118.
- Pulina G, Nudda A, Macciotta NPP, Battacone G, Rassa SPG, Cannas A. 2007. Non-nutritional factors affecting lactation persistency in dairy ewes: A review. *Italian Journal of Animal Science* **6**:115–141.
- Rekik B, BenGara A, BenHamouda M, Hammami H. 2003. Fitting lactation curves of dairy cattle in different types of herds in Tunisia. *Livestock Production Science* **83**:309–315.
- Shibata M. 1996. Factors Affecting Thermal Balance and Production of Ruminants in a Hot Environment - A Review. *Memories of National Institute of Animal Industry* No. 10.

- Silvestre AM, Petim-Batista F, Colaço J. 2006. The accuracy of seven mathematical functions in modeling dairy cattle lactation curves based on test-day records from varying sample schemes. *Journal of Dairy Science* **89**:1813–1821.
- Simianer H, Solbu H, Schaeffer LR. 1991. Estimated Genetic Correlations Between Disease and Yield Traits in Dairy Cattle. *Journal of Dairy Science* **74**:4358–4365.
- Smith JF. 1996. Why is Milk Production Depressed in the Summer? K-State Research and Extension and Oklahoma State University. Dairy Lines 2
- Sørensen JT, Østergaard S. 2003. Economic consequences of postponed first insemination of cows in a dairy cattle herd. *Livestock Production Science* **79**:145–153.
- Strapáková E, Candrák J, Strapák P. 2016. Genetic relationship of lactation persistency with milk yield, somatic cell score, reproductive traits, and longevity in Slovak Holstein cattle. *Archives Animal Breeding* **59**:329–335.
- Swalve HH. 2000. Theoretical basis and computational methods for different test-day genetic evaluation methods. *Journal of Dairy Science* **83**: 1115–1124.
- Syrstad O. 1977. Effects of twinning on milk production in dairy cattle. *Livestock Production Science* **4**: 255–261.
- Tekerli M, Akinci Z, Dogan I, Akcan A. 2000. Factors Affecting the Shape of Lactation Curves of Holstein Cows from the Balikesir Province of Turkey. *Journal of Dairy Science* **83**:1381–1386.
- Togashi K, Lin CY. 2003. Modifying the lactation curve to improve lactation milk and persistency. *Journal of Dairy Science* **86**:1487–1493.
- Toman M. 2013. Analýza vybraných vlivů na mléčnou užitkovost a plodnost dojnic u stáda českého strakatého skotu [MSc. Thesis]. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, České Budějovice.
- Torshizi ME, Mashhadi MH, Farhangfar H. 2019. Different aspects of lactation persistency in dairy cows. *Indian Journal of Animal Sciences* **89**:607–614.
- Van Hoeij R. 2017. Metabolic status, lactation persistency, and udder health of dairy cows after different dry period lengths, Wageningen University.
- West JW. 2003. Effects of heat-stress on production in dairy cattle. *Journal of Dairy Science* **86**:2131-2144.
- Wood PDP. 1967. Algebraic model of the lactation curve in cattle. *Nature* **216**:164-165.
- Zadáková M. 2008. Vyhodnocení užitkovosti a plodnosti krav ve stádě českého strakatého skotu [MSc. Thesis]. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, České Budějovice.

Zapletal D, Macháček M. 2015. Chov hospodářských zvířat. Veterinární a farmaceutická univerzita Brno, Brno.