

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů**

**Katedra chovu hospodářských zvířat**



**Česká zemědělská  
univerzita v Praze**

**Negativní energetická bilance u skotu a její důsledky pro  
mléčnou užitkovost na začátku laktace**

**Bakalářská práce**

**Michaela Zahrádková  
Živočišná produkce**

**Vedoucí práce Ing. Jaromír Ducháček, Ph.D.**

© 2022 ČZU v Praze

## **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Negativní energetická bilance u skotu a její důsledky pro mléčnou užitkovost na začátku laktace" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce, a to s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, ze kterých jsou v této práci uvedeny citace. Jejich souhrn se nachází 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 \_\_\_\_\_

## **Poděkování**

Ráda bych touto cestou poděkovala Ing. Jaromíru Ducháčkovi Ph.D. za odborné vedení této bakalářské práce a za jeho cenné rady a doporučení. Dále bych chtěla poděkovat mé rodině a přátelům za podporu po dobu celého studia.

# Negativní energetická bilance u skotu a její důsledky pro mléčnou užitkovost na začátku laktace

## Souhrn

Tato bakalářská práce se zabývá kritickým obdobím v životě dojnice, které se nazývá negativní energetická bilance. V tomto období ihned po porodu rostou nároky na přijatou energii a živiny z krmné dávky. Vývoj a sílu negativní energetické bilance nám udávají indikátory. Prvním, snadno viditelným indikátorem, je snižování tělesné kondice. Je to nejjednodušší a nejlevnější ukazatel, jenž udává sílu a rychlost lipomobilizace tuků. Mezi indikátory, u nichž koncentraci lze měřit v mléce, patří poměr tuku a bílkovin, změny obsahu mléčných mastných kyselin s krátkým a středně dlouhým řetězcem. Pak ještě koncentrace citrátů, glycerofosfocholinu, fosfocholinu a ketolátek. Podle koncentrace v krvi nám pomáhají určit triacylglyceroly a neesterifikované mastné kyseliny. Jako další ukazatel je  $\beta$ -hydroxybutyrát, který je variabilní a dá se jeho koncentrace měřit jak v krvi, tak v mléce. Výše vyjmenované ukazatele nám pomáhají včas zasáhnout nejčastěji z hlediska výživy. Změna a vyváženost krmné dávky nám pomáhá předejít metabolickým a reprodukčním poruchám. Zásahy se provádí hlavně z hlediska výživy preventivní opatření je potřeba provést již před porodem dojnic. Zasušení krav v ideální kondici je základ zdravého chovu. Negativní energetická bilance ovlivňuje následný nádoj sníženou produkcí mléka. Z tohoto důvodu je cílem, co nejmenší prohloubení negativní energetické bilance.

**Klíčová slova:** Negativní energetická bilance, tělesná kondice, tuky, bílkoviny, mléčné mastné kyseliny, citráty, neesterifikované mastné kyseliny,  $\beta$ -hydroxybutyrát.

# Negative energy balance in cattle and its consequences for milk yield at the beginning of lactation

## Summary

This bachelor thesis deals with a critical period in the life of a dairy cow, which is called the negative energy balance. During this period, immediately after childbirth, the demands on the received energy and nutrition from the feed rations increase. The development and strength of the negative energy balance are given to us by indicators. The first, easily visible indicator is a decrease in physical condition. It is the simplest and cheapest indicator that adds strength and speed to fat lipomobilization. Indicators that can measure the ratio in milk include fat and protein, changes in the content of lactic fatty acids with a short medium chain. Then there are the concentrations of citrates, glycerophosphocholine, phosphocholine and ketone bodies. Triacylglycerols and unesterified fatty acids help us identify blood levels. Another indicator is  $\beta$ -hydroxybutyrate, which is variable and can be measured in both blood and milk. The indicators listed above help us to intervene in time most often in terms of nutrition. Changing and balancing the feed ration helps us prevent metabolic and reproductive disorders. Interventions are carried out mainly in terms of nutrition, preventive measures need to be taken before the birth of dairy cows. Drying cows in ideal condition is the basis of healthy breeding. Negative energy balance reduced followed by reduced production milk. For this reason, the goal is to deepen the negative energy balance as little as possible.

**Keywords:** Negative energy balance, physical condition, fats, proteins, lactic fatty acids, citrates, non-esterifying fatty acids,  $\beta$ -hydroxybutyrate.

## Obsah

|  |    |
|--|----|
| Úvod .....   | 8  |
| Cíl práce.....   | 9  |
| Přehled literatury .....                                       | 10 |
| 1. Dojná plemena v ČR.....                                     | 10 |
| 1.2 Charakteristika Holštýnského skotu.....                    | 10 |
| 1.3 Chov v ČR.....   | 10 |
| 2. Mezidobí .....  | 11 |
| 3. Negativní energetická bilance.....                          | 11 |
| 3.1 Šlechtění na prevenci negativní energetické bilance .....  | 13 |
| 4. Indikátory NEB.....   | 13 |
| 4.1 Tělesná kondice.....                                       | 13 |
| 4.1.1 Měření tělesné hmotnosti .....                           | 15 |
| 4.2 Neesterifikované mastné kyseliny .....                     | 15 |
| 4.3 $\beta$ -hydroxybutyrát.....                               | 16 |
| 4.4 Triacylglyceroly .....                                     | 16 |
| 4.5 Složky mléka.....  | 16 |
| 4.6 Tuky a bílkoviny .....                                     | 17 |
| 4.7 Mastné kyseliny v mléce.....                               | 17 |
| 4.8 Citráty.....   | 18 |
| 4.9 Glycerofosfocholin a Fosfocholin.....                      | 18 |
| 4.10 Ketolátky.....  | 18 |
| 5. Prevence NEB na počátku laktace .....                       | 19 |
| 6. Metabolické poruchy a poruchy reprodukce spojené s NEB..... | 19 |
| 6.1 Mléčná horečka .....                                       | 20 |
| 6.2 Ketóza .....   | 20 |
| 6.6 Steatóza jater .....                                       | 21 |
| 6.7 Metritida.....   | 21 |
| 6.8 Dilatace a dislokace slezu .....                           | 22 |

|  |    |
|--|----|
| 6.9 Paratuberkulóza.....                   | 22 |
| 6.10 Salmonella.....                       | 23 |
| 6.11 Zadržetí lůžka.....                   | 23 |
| 6.12 Poporodní paréza.....                 | 23 |
| 6.13 Onemocnění končetin.....              | 23 |
| 7. Vlivy NEB na nádoj a kvalitu mléka..... | 24 |
| Závěr.....                                 | 26 |
| Literatura.....                            | 28 |
| Seznam použitých zkratk a symbolů.....     | 33 |

## Úvod

Jedním z hlavních zdrojů potravy člověka je bezesporu maso a mléko. Proto chov hovězího dobytka považujeme za velice významný a nenahraditelný. Mléko a mléčné výrobky jsou součástí lidské potravy již tisíce let. Obsahují mnoho živin důležitých pro děti i dospělé. Mléko a mléčné výrobky u Evropanů zastupují ve stravě 80 % vápníku, 25 % bílkovin a 15 % tuků. Kravské mléko je celosvětově nejvíce konzumovaným druhem mléka. Šlechtění dojného skotu na vysokou mléčnou užitkovost se projevuje zhoršováním reprodukčních ukazatelů. Vyšší úroveň zabřezávání lze zvýšit vhodnou výživou, selekcí a snížením negativní energetické bilance (NEB). NEB je nejdůležitější a nejkritičtější období, v kterém lze ovlivnit následující reprodukci a zdraví dojnic. Před zasušením je zapotřebí provést celkovou kontrolu jejich zdravotního stavu. Eliminací stresových faktorů přispíváme k optimálnímu psychickému stavu dojnic, jenž je základním předpokladem pro pevné zdraví. Zasušovat by se měly pouze zdravé dojnice v ideální kondici. Po zasušení a regeneraci vemene přichází porod a s ním související NEB. Dojnice vrcholu své laktace dosahuje v období čtyř až šesti týdnů po porodu, ale maximálního a spontánního příjmu živin je schopna v osmém až desátém týdnu po porodu. Tím dochází k lipomobilizaci tuků a snižování její tělesné hmotnosti a kondice. NEB s sebou nese mnoho zdravotních problémů, které vedou ke snížení užitkovosti dojnice, zdlouhavému a finančně náročnému léčení anebo k vyřazení jedince ze stáda. To je ekonomicky velice nevýhodné.



## **Cíl práce**

Cílem této bakalářské práce je objasnit závažný problém negativní energetické bilance v chovu vysokoprodukčních mléčných stádech. V období před porodem je nutné provést zasušení. Stání na sucho výrazně ovlivňuje následnou laktaci. Měsíc před zasušením je dobré provést celkovou kontrolu stavu dojnice. Při zasušení se nesmí razantně snížit příjem sušiny. Naším cílem je co nejvíce snížit negativní energetickou bilanci výživou, managementem ustájení a snížením stresu dojnic, v souvislosti s tím eliminovat možné metabolické poruchy, reprodukční a zdravotní problémy.

## **Přehled literatury**

### **1. Dojná plemena v ČR**

V České republice se chová více plemen na produkci mléka. Původní plemeno chované na našem území se nazývá Česká červinka. Toto plemeno s kombinovanou užitkovostí je jediné původní krátko rohaté plemeno skotu v ČR. Časem svou užitkovostí začalo oproti jiným plemenům upadat. Česká červinka má charakteristické celoplášťové červené zbarvení, vyznačuje se živým temperamentem a pevnou konstitucí. Mléčná užitkovost je třikrát nižší než u holštýnského skotu a to pouze 3000 kg mléka za laktaci s tučností přes 4 %. Mléko je charakteristické nažloutlým zbarvením (Rysová 2020). Český strakatý skot je dalším hojně rozšířeným českým plemenem. Jedná se o kombinované plemeno, které chováme za účelem produkce kvalitního mléka, ale i masa. Mléčná užitkovost dosahuje v průměru 8 000 kg mléka. Vyznačuje se středním až větším tělesným rámcem, kvalitním osvalením a harmonickým zevnějškem. Holštýnský skot je nejrozšířenější plemeno na světě i u nás. Toto plemeno se také může označovat jako holštýnsko-fríský nebo černostrakatý skot (Pokorný 2013). Dalším dojným plemenem je Jersey, pro které je charakteristická vysoká tučnost mléka (až 5 %). Pochází z Anglie (Toušová 2001).

#### **1.2 Charakteristika Holštýnského skotu**

Holštýnský skot je nížinné plemeno. Je největší populací všech kulturních plemen na celém světě a vyznačuje se velice vysokou mléčnou užitkovostí. Typické zbarvení je černostrakaté, většinou s černou hlavou s bílou lysinou nebo hvězdou. Recessivní homozygoti nosí alelu s červenostrakatým zbarvením a ty označujeme jako červený holštýnský skot (red holstein). Plemeno je velkého tělesného rámce, s výškou v kohoutku 151-155 cm, s velice dobrou produkcí mléka (s vyšším obsahem složek v mléce) a s uspokojivým osvalením. Místem původu černostrakatého nížinného skotu se udává nížina Fríska a Jutska, což je část nynějšího Německa, Holandska a Dánska. U nás v Evropě se chov zaměřil na vysokou mléčnou užitkovost s dobrým osvalením (Otrubová 2017).

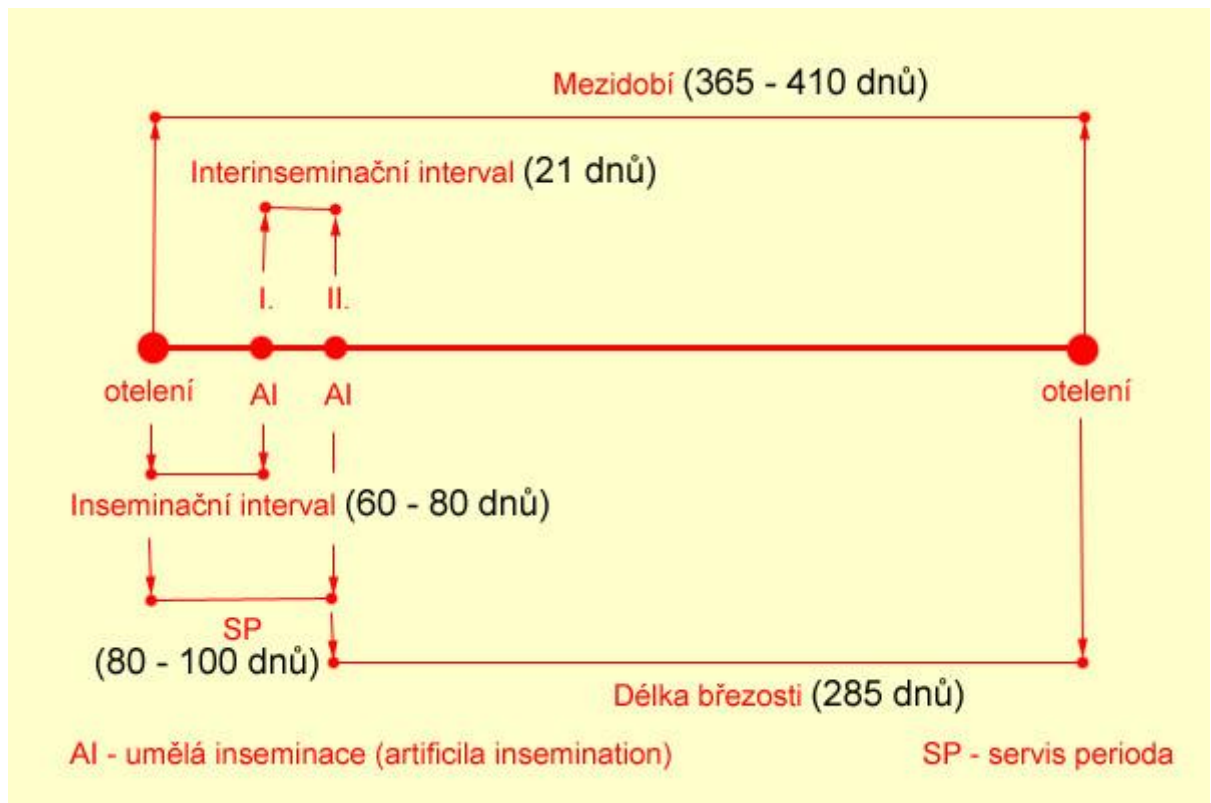
#### **1.3 Chov v ČR**

V České republice se dříve s ohledem na místní podmínky upřednostňoval chov českého strakatého skotu. Postupem času se začala upínat pozornost k nově dovezeným plemenům. Zpočátku holštýnský skot nesplňoval požadavky mléčné užitkovosti podle představ hlavně z důvodu špatné techniky chovu, nedostatečné výživy a nepastevního ustájení (Ješková 2018). Černostrakatý nížinný skot po skončení 2. světové války u nás zcela vymizel. Import dalších stád byl uskutečněn v roce 1960 z Holandska a Kanady a jednalo se o menší stáda jalovic. V důsledku extrémního vývoje a šlechtění se přešlo k užitkovému dojnému typu skotu a vzniklo tak jeho pojmenování holštýnský skot (Otrubová 2017).

## 2. Mezidobí

Mezidobím se rozumí období od porodu do porodu. Průměrná délka mezidobí je 365 - 400 dní, ale záleží na konkrétním plemeni. U holštýnského skotu průměrná délka mezidobí trvá 415 dní (Konvalinová et al. 2019). První fázi mezidobí nazýváme inseminací interval. Je to doba od otelení do první inseminace a měla by trvat 60 - 80 dnů. Interinseminací interval, což je doba mezi dvěma inseminacemi. Optimální délka interinseminací intervalu by měla být 17-25 dní. Inseminací index je počet inseminací, které jsou potřeba k zabřeznutí. Hodnota inseminací indexu je ideální 1,5-2. Servis perioda je doba od porodu po zabřeznutí. Délka servis periody by se měla pohybovat v hodnotách 80-100 dní. Po servis periodě nastává březost, která trvá 285 dnů. Poslední fází před porodem je období stání na sucho. Jedná se o interval posledního dojení před porodem a prvního dojení po porodu. Minimální doba stání na sucho jsou 2 měsíce (Otrubová 2022). Všechny fáze mezidobí viz. Obrázek č.1.

Obrázek č.1. - Fáze mezidobí (Otrubová 2022)



## 3. Negativní energetická bilance

Energetická bilance je rozdíl hodnot spotřebované energie na záchovu samotného jedince, produkci mléka pro tele a později mléka pro lidskou spotřebu oproti energii přijaté z krmiva. Rozsah a trvání závisí částečně na strategii krmení. Studie prokázaly, že na začátku laktace energeticky obohacená strava snížila negativní energetickou bilanci (Gaillard et al. 2015). Pozitivní bilanci nazýváme přebytek energie, jenž se jako nadbytek ukládá ve formě tělesného tuku (Serbester et al 2012). Negativní energetická bilance (NEB) se řeší jako nejzákladnější

problém v chovu vysokoprodukčních stád mléčného skotu. NEB je nedostatek energie v ranném stádiu laktace, protože energetická potřeba pro syntézu mléka není pokryta dostatečným příjmem energie z krmiva (Štolcová et al. 2019). V této situaci krávy spoléhají na mobilizaci tukových zásob a často ztrácí až 60 % tělesného tuku (Knop et al. 2009). V době okolo porodu u dojnic dochází k mnoha hormonálním i metabolickým změnám, které jsou důsledkem zvýšených energetických požadavků způsobených rychlým a velikým růstem plodu v konečné fázi březosti a začínající laktací. Na počátku laktace dojnice nemají schopnost přijmout dostatečné množství potravy a tím pádem i sušiny a energie pro pokrytí zachovných potřeb a potřeb na tvorbu mleziva a vysoké produkci mléka (Esposito et al. 2014). Negativní energetická bilance v mírném stupni bývá ale žádoucí. U dojnic dochází k přiměřenému stupni lipolýzy, což je rozpad tukové tkáně, jenž je řízen hormony. Jedním z nich je inzulin, který se podílí na regulaci metabolismu sacharidů, bílkovin a tuků, také stimuluje využití glukózy. Glukagon se rovněž podílí na regulaci lipidového metabolismu u skotu. Ovlivňuje funkci tukové tkáně a jater. Koncentrace kortizolu a somatotropního hormonu stoupá v krvi před blížícím se porodem (Skřivánek 2001). Tímto dochází k uvolnění neesterifikovaných mastných kyselin (NEMK), jež dodávají důležitý zdroj energie. Riziko nastává v případě, pokud začíná docházet k silné až masivní lipolýze, již je možné odhalit přeměřením sérové koncentrace. Naměřená hodnota by neměla překročit 0,6 mol/l (Šolcová et al. 2019). Pokud je výsledná hodnota vyšší, bývá dojnice náchylná ke vzniku dislokace slezu, jaterní steatózy, metritidy, ztučnění jater, mléčné horečky, hypokalcémie, ketózy a snížení užitkovosti. Vyskytují se tiché nebo nedostatečné projevy říje, snižuje se úspěšnost zabřezávání. NEB také doprovází laminitidy, metritidy, mastitidy, acidózy, zadržetí lůžka a infekce dělohy. Chov krav v přechodném období (tři týdny před a tři týdny po porodu) by měl být zaměřen na snížení NEB (Esposito et al. 2014). Pro optimalizaci řízení stáda je užitečné detekovat krávy v NEB na začátku laktace. Jako základní prekurzor je hodnocení jejich tělesné kondice. Jako další ukazatele využíváme poměr tuku k bílkovinám v mléce nebo koncentrace neesterifikovaných mastných kyselin (NEMK) a  $\beta$ -hydroxybutyrátu (BHB) v krvi (Grummer 2008). Další metoda hodnocení energetické bilance dojnic vychází ze složení mastných kyselin (MK) v mléce. MK s krátkým a středním řetězcem (do úrovně počtu uhlíků  $C_{14:0}$ ) jsou typicky syntetizovány de novo v mléčné žláze a při NEB klesají jejich podíly v mléčném tuku. MK s dlouhým řetězcem  $C_{18:0}$  a  $C_{18:1 \text{ cis-9}}$  jsou typicky uvolňovány ze zásob tělesného tuku během NEB a jejich proporce se zvyšují (Churakov et al. 2021). Tato nerovnováha je úzce spojena s nízkou plodností u laktujících dojnic. Také po porodu zpomaluje obnovu reprodukční funkce, upadá mléčná produkce a vede k mnoha dalším zdravotním problémům (Esposito et al. 2014). Experimentální výsledky však naznačují, že většinu poklesu reprodukční výkonnosti nelze připsat samotné energetické bilanci ranné laktace. Reprodukční úspěch se proto výrazně nezlepší nutričními intervencemi zaměřenými na snížení rozsahu negativní energetické bilance. Modelování může pomoci lépe určit klíčové fyziologické složky řídící reprodukční úspěch a také dopad individuálních zlepšení na celkovou plodnost, což pomáhá stanovit priority proměnných pro zařazení do šlechtitelských programů (Berry et al. 2016). Časně po porodu játra procházejí rozsáhlými biochemickými a morfologickými modifikacemi, aby se přizpůsobila NEB. Děloha je rozsáhle remodelována a musí se zbavit bakteriálních infekcí a vaječníky musí obnovit ovulační cykly. V endometriu vykazovaly krávy v hlubší NEB histologické důkazy pro vyšší úroveň zánětu. To může

oddálit obnovu dělohy po otelení, což pravděpodobně přispívá k pozorovanému snížení plodnosti (Wathes et al. 2007).

### **3.1 Šlechtění na prevenci negativní energetické bilance**

Evoluční biologie poskytuje důvody, proč intenzivní selekce pro produkci mléka snižuje míru úspěšnosti reprodukce. V reprodukční výkonnosti u mléčného skotu existuje značná využitelná genetická variabilita. Zkoumání národních genetických trendů ukazuje, že genetický zisk pro reprodukční výkonnost i produkci mléka je možný v dobře strukturovaném šlechtitelském programu. Často se předpokládá, že reprodukční selhání je důsledkem větší negativní energetické bilance spojené s genetickou selekcí pro zvýšenou produkci mléka (Berry et al. 2016).

## **4. Indikátory NEB**

Podle studií bylo zjištěno, že zdravotní problémy, které nastávají při NEB souvisí s množstvím metabolitů naměřených v krvi a v mléce dojnice. Nejčastěji se jedná o koncentrace mléčných mastných kyselin mléčného tuku, které se zjišťují infračervenou spektroskopií. Jsou nejlepšími prediktory NEB v prvních 6-ti týdnech po otelení (Churakov 2021). Abychom snížili rizika, která s sebou nese NEB, je nezbytné jejich včasné odhalení. Detekci provádíme s pomocí přímých a nepřímých indikátorů. Mezi přímé indikátory patří hodnocení energetického stavu dojnice, sérová koncentrace NEMK, cholesterolu, triglyceridů a ketolátek (Prýmas 2019). Mezi nepřímé indikátory zařazujeme hodnocení tělesné kondice a její změny, změna aktivity dojnic a poměr základních složek mléka (Bartoň et al. 2019). Souhrn těchto ukazatelů velkou měrou přispívá k odhadnutí síly negativní energetické bilance a její dobu trvání, a tím významně napomáhá ke zlepšení managementu krmení (Serbester et al 2012).

### **4.1 Tělesná kondice**

Body condition score (BCS), v překladu tělesná kondice, je jeden z nejčastějších a nejdůležitějších ukazatelů výživového a zdravotního stavu zvířat. BCS můžeme hodnotit u všech krav, jak mléčných, mastných, tak i kombinovaných. V ČR se využívá nejčastěji hodnocení s pětibodovou stupnicí (viz. Obrázek č.2.). Americký, devítibodový systém, u nás není tak rozšířený (Rysová 2018). Bodování je posuzování vývinu tukových tkání na vybraných tělesných partiích (Chládek et al. 2001). Tělesnou kondici určujeme podle ztučnění v oblastech obratlů, beder, kyčelních hrbolů zezadu, resp. z boku a kořenu ocasu. Neurčujeme ji pouze zrakem, ale i hmatem pro zjištění vrstvy podkožního tuku. Podle kondice můžeme kontrolovat techniku krmení, vhodnost a vyváženost krmné dávky (Rysová 2018). U vysoko produkčních stád je potřeba dohlížet na optimální průběh všech fází laktace, tělesná kondice musí být ideální v každé z nich. V ideální kondici v období stání na sucho (viz. Tabulka 1) by měla dojnice mít oblast kořene ocasu zaoblený, pánevní kosti při pohmatu dobře nahmatatelné, konce žeber pokryté tukovou tkání a málo znatelné prohlubeniny hlavně v oblasti beder. Doladění ideální kondice je potřeba zejména v období stání na sucho, protože vysoký energetický příjem v tomto období způsobuje nadměrné přibírání na váze, což

komplikuje přípravy na porod (Otrubová 2021). Tělesná kondice poskytuje možnost pozorovat změny v tělesných rezervách a tím i vybalancování krmné dávky (Mulvany 2010). Vyhodnocení stupně tělesné kondice je levné a jednoduché. Zkušený chovatel si tak podle kondice dokáže zhodnotit ideální krmnou dávku.

Bodování je posuzování vývinu tukových tkání na vybraných tělesných partiích (Kučera et al. 2001). Dojnice s nadměrnou kondicí v době blížícího se porodu jsou náchylné k omezení příjmu potravy v čase těsně před porodem a s tím souvisí snížený příjem sušiny těsně po porodu. To vede k poklesu tělesné kondice v prvních týdnech po porodu a v souladu s tím spojená hlubší NEB a riziku vyššího počtu vyražených dojnic ze stáda. Každá dojnice má individuální rychlost mobilizace tukových rezerv. Při špatném odhadu mobilizace tukových rezerv dochází ke špatnému vyhodnocení kondice a roste riziko zhoršení zdravotního stavu i reprodukčních schopností (Otrubová 2021).

Obrázek č.2. - Bodování a posuzování tělesné kondice u skotu

| BCS  | Obratle a střed zádi | Pohled zezadu na kyčelní hrboly | Boční pohled na linii | Hodnocení hladové jámy |           |
|--|----------------------|---------------------------------|-----------------------|------------------------|-----------|
|  |                      |                                 |                       | Zezadu                 | Ze strany |
| 1<br>Velmi špatná kondice                                |                      |                                 |                       |                        |           |
| 2<br>Tělesný rámec je zřetelný                           |                      |                                 |                       |                        |           |
| 3<br>Tělesný rámec a svaloviny jsou ve vyrovnaném vztahu |                      |                                 |                       |                        |           |
| 4<br>Tělesný rámec není příliš viditelný                 |                      |                                 |                       |                        |           |
| 5<br>Silní přetučnění                                    |                      |                                 |                       |                        |           |

(Rysová 2018).

Tabulka 1 – Ideální parametry tělesné kondice u skotu v průběhu mezidobí

|                       |           |
|-----------------------|-----------|
| Při otelení           | 3,25-3,75 |
| Počátek laktace       | 2,5-3,25  |
| Vrchol laktace        | 3,5       |
| Střed laktace         | 2,75-3,25 |
| Období stání na sucho | 3,25-3,75 |

(Rysová 2018).

### 4.1.1 Měření tělesné hmotnosti

Jedna z možností, jak zjistit individuální stupeň adaptace na NEB, je měření stavu tělesné hmotnosti. Krávy totiž v ideální kondici s vysokou mobilizací tělesného tuku rapidně ztrácejí tělesnou hmotnost a jsou náchylnější k metabolickým poruchám. Mohou produkovat méně mléka a mají horší reprodukční schopnost. Dojnice s malými ztrátami (do 30 kg) mají větší šanci při zabřezání do 180 dnů po porodu než dojnice, které ztratily nad 60 kg své hmotnosti. Krávy, které měly časnější ovulaci a říji, po porodu lépe a rychleji nabíraly na váze oproti dojnícím, u kterých se říje projevila později (Šolcová et al. 2019).

### 4.2 Neesterifikované mastné kyseliny

Během přechodu z pozdní březosti do ranné laktace se dojnici nedostává dostatek energie v krmné dávce a nastává NEB. V této době se poskytuje energie acetátem a rozpadem tukové tkáně, což vede ke zvýšeným koncentracím cirkulujících neesterifikovaných mastných kyselin (NEMK) s dlouhým řetězcem, které se vyplavují do krevního oběhu. NEMK jsou nejčastěji využity periferními tkáněmi na syntézu energie, mléčnou žlázou na syntézu mléčného tuku, anebo se transportují do jater k dalšímu využití v těle dojnice (Bielak et al. 2016). NEMK uvolněné z lipidových zásob jsou přijímány játry a mohou zde být oxidovány na oxid uhličitý, aby poskytl energii. Nebo jsou jen částečně oxidovány za vzniku ketolátek a acetátu. V době dvou až tří týdnů před otelením koncentrace NEMK začínají stoupat a nejvyšších hodnot nabývají v den porodu. Jelikož koncentrace je závislá na změnách energie, stresu a hormonů, který s sebou přináší blížící se porod (Adewuyi et al. 2011). Po porodu u zdravé dojnice v ideální kondici koncentrace NEMK postupně klesají, pokud se tak nestane, koncentrace zůstávají nebo se ještě zvyšují. Je to ukazatel, že dochází k určitému stupni NEB. NEMK při vysoké koncentraci brání zrání oocytů a negativně tak působí na zabřezávání po první inseminaci a celkovou plodnost. Metabolismus NEMK je důležité sledovat a minimalizovat usazování tuku v játrech, protože při ranné laktaci ohrožuje zdraví a produktivitu dojnic (Bartoň & Štolcová 2019). Systém krmení v období stání na sucho a dostatek každodenního pohybu pomáhá odbourat nadměrné množství NEMK prostřednictvím  $\beta$ -oxidace ve svalech. Dále minimalizuje akumulaci lipidů v játrech během časně laktace a zmírňuje negativní účinky NEMK, které vedou ke zdraví a produktivitě dojnic (Gruys et al. 2011). Jako první způsob využití NEMK v játrech je úplná oxidace. Tím vzniká adenosintrifosfát (ATP), který je zdrojem energie v proxisomech (buněčné organely tvořící se v endoplazmatickém retikulu) nebo v hepatocytech (jaterní buňky). Druhým způsobem využití je neúplná oxidace, při které vznikají ketolátky například acetoacetát,  $\beta$ -hydroxybutyrát (BHB) a aceton. Tyto ketolátky při vyšší koncentraci způsobují ketózu, která se nejčastěji vyskytuje v prvních 14-ti dnech po porodu. A třetí způsob je reesterifikace do formy triacylglycerolů (TAG), které nejčastěji cestují do jater ve formě lipoproteinů s velice malou hustotou a jsou dále využity. Pokud nejsou, mohou se v játrech začít hromadit a ukládat a potom bývají příčinou vzniku jaterní steatózy (Bartoň & Štolcová 2019). Podle výzkumu (Jorritsma et al. 2001) bylo zjištěno, že 50 % dojnic trpí problémem s hromaděním TAG v játrech v době od otelení až do 4 týdnů po porodu.

### 4.3 $\beta$ -hydroxybutyrát

Při lipomobilizaci tuků při NEB se kromě NEMK zvyšuje také koncentrace  $\beta$ -hydroxybutyrátu (BHB), podle kterého můžeme určit hodnotu energetického metabolismu dojnic. Podle koncentrace této ketolátky můžeme snadno určit druhy ketóz. Subklinická ketóza se pohybuje v koncentraci BHB větší než  $1,4 \text{ mmol}^{-1}$  v prvním týdnu po porodu, v týdnu následujícím je vyšší než  $1 \text{ mmol}^{-1}$ . Krávy s klinickou ketózou dosahují koncentrací BHB vyšší než  $2,6 \text{ mmol}^{-1}$ . Je dokázáno že vysoká koncentrace BHB zvyšuje pravděpodobnost horšího zabřezávání po 1. inseminaci a napomáhá vzniku laminitid (Bartoň & Štolcová 2019), metritid a zadržení placenty. Koncentraci lze kvantitativně měřit v krvi a v mléce (Churakov et al 2021). Dojnice, které vykazují menší hodnoty mléčného BHB v časně laktaci, proto mají menší riziko předčasného vyrazení ze stáda a tím se jejich využití ve stádě prodlužuje. Je vyzorováno, že dojnice s vysokými hodnotami BHB v nadojeném mléce dosahovaly nižších hodnot kondice, což vypovídá o větších ztrátách hmotnosti z důvodu vysoké lipomobilizace tuku (Šolcová & Bartoň 2019). Pro určení koncentrace BHB v mléce se využívá enzymatická analýza nebo proužkový test Ketolac. Tímto testem se prakticky a jednoduše poskytují hodnotné výsledky s prahovou koncentrací (Enjalbert et al. 2001). Další metodou je využití kalibrované infračervené metody MSc FT 6000. Hodnotí se na základě odečtu acetacetátu, acetonu a BHB ve vzorcích mléka. Výzkum aplikace této metody byl označen za praktický monitoring případných onemocnění (Hanus et al. 2010).

### 4.4 Triacylglyceroly

Triacylglyceroly (TAG) jsou další ukazatelé energetického metabolismu a jsou zásobní formou NEMK. Jde o estery glycerolu a mastných kyselin a jejich koncentrace se měří v játrech a v krvi. Při vysoké lipolýze z důvodu NEB nebo hodně tučné krmné dávky se mohou TAG kumulovat v játrech. Tím se játra zatíží a zhorší se metabolismus tuků, protože právě játra jsou primárním místem metabolismu tuků. Zatížení jater se dá zjistit pomocí krevních testů a biopsie, což je nejspolehlivější způsob na zjištění stupně jaterní steatózy a stanovení přesného obsahu TAG a lipidů. Ideální koncentrace u zdravé krávy je do 1 %, při vyšší kondici koncentrace dosahuje 1-5 %, u středně silné steatózy se hodnoty pohybují mezi 5-10 % a při silné steatóze jsou hodnoty TAG vyšší než 10 % (Bartoň & Štolcová 2019). Koncentrace TAG je úzce spojená s první ovulací dojnic. Podle výzkumu dojnice krmené energetickou stravou v období stání na sucho trpěly zvýšenou kondicí. Po porodu více ztrácely na váze a rychleji se prohlubovala NEB než u dojnic krmených doporučenou stravou v období stání na sucho. Závěrem lze říci, že negativní energetická bilance způsobila mobilizaci tělesného tuku dojnic. V důsledku toho krávy akumulovaly větší množství triacylglycerolů v játrech a tato akumulace byla spojena s prodloužením intervalu od porodu do první ovulace (Rukkwamsuk et al. 1999).

### 4.5 Složky mléka

Sledováním složek mléka je také možné indikovat NEB, protože na složení mléka působí mnoho faktorů. V mléce se projevuje zdravý dojnice, její metabolismus i zdravotní obtíže.



Brzké určení ketóz lze snadněji vysledovat poměrem laktózy a mléčného tuku než poměrem bílkovin a tuku, protože je to citlivější indikátor (Bartoň & Štolcová 2019).

#### 4.6 Tuky a bílkoviny

Pozorování pouze samotného tuku v mléce není až tak efektivní způsob hodnocení. Tuk stoupá při lipolýze, když se projeví nedostatek energie a nastává NEB. Ale když NEB začne ustupovat, hladina tuku také klesá. Jestliže se NEB přesouvá do pozitivní fáze, tak hladina tuku v mléce zůstává dále na vyrovnané hodnotě. Proto se jako přesnější určení využívá poměr tuku a bílkoviny. Podle tohoto poměru lze určit poruchy metabolismu a odhadnout nutriční nerovnováhy. Když je poměr tuku a bílkovin vyšší než 1,5, prokazuje se vysoká lipolýza, která s sebou nese mnoho zdravotních problémů a metabolických poruch. Opak nastane v případě, že hodnota poměru klesne pod hodnotu 1, což je prvním příznakem subakutní ruminální acidózy (SARA), která se projevuje nedostatečnou tučností mléka, vznikem laminitid a průjmy. Sledování hodnot poměru tuku a bílkovin nám slouží nejen jako prevence nemocí, ale také k určení dané metabolické poruchy dojníc (Bartoň & Štolcová 2019). Podle výzkumu bylo zjištěno, že krávy v NEB produkovaly více mléka se zvýšenou výtěžností mléčného tuku a s vyššími koncentracemi citrátu (Knegsel et al. 2020).

#### 4.7 Mastné kyseliny v mléce

V přechodném období se dojnice často dostávají do fáze negativní energetické bilance. Využití energetických zásob se odráží ve složení mastných kyselin v mléce (MK) (Vranković et al. 2017). Mléčná mastná kyselina  $C_{18:1 \text{ cis-9}}$ , která je odvozena z mobilizovaných zdrojů mléčného tuku při NEB se využívá jako biomarker při zhoršených metabolických stavech na počátku laktace. MK s krátkým a středně dlouhým řetězcem s šestnácti a méně uhlíky, které jsou syntetizovány de novo v mléčné žláze během NEB klesají. Takže poměr  $C_{18:1 \text{ cis-9}}$  je dobrým včasným biomarkerem. MK s dlouhým řetězcem lze snadno použít k detekci metabolických problémů u dojníc jak spontánních, tak i indukovaných. Profil MK v mléce se analyzuje plynovou chromatografií. Jedná se o nákladnou metodu, ale velice přesnou. Pro větší počet vzorků je lepší alternativou analýza vzorků pomocí infračervené spektroskopie s Fourierovou transformací (FTIR). Spektroskopie umožňuje také stanovení hladiny BHB v mléce, které jsou používány k monitorování metabolického stavu stáda (Churakov et al 2021). Složení MK závisí na využívání tukových rezerv. Abychom zjistili sílu lipomobilizace a výši NEB, dá se využít zvyšování MK s dlouhým řetězcem také jako snižování MK s řetězcem krátkým. Kyselina olejová je dalším metabolickým indikátorem, který můžeme využívat jako indikátor špatného energetického stavu dojníc v období dvou měsíců od počátku laktace. Jedná se o koncentraci NEMK a kyselinou olejovou ( $C_{18:1}$ ), která nám potvrzuje ketózu. Pokud koncentrace NEMK stoupne nad hodnotu  $0,6 \text{ mmol.l}^{-1}$  nastává až pětinasobné riziko vzniku onemocnění. Pokud je před porodem hladina  $0,3 \text{ mmol.l}^{-1}$  a po porodu vzroste nad hladinu  $0,6 \text{ mmol.l}^{-1}$  hrozí například levostranná dislokace slezu, ketóza a následné poruchy v reprodukci. Bylo zjištěno, že při zvýšení aktivity jedince se snižuje koncentrace NEMK oxidativní cestou. Proto lze předejít onemocněním souvisejících se zvýšenou hladinou NEMK aktivním pohybem ve výběhu či na pastvině. Pohyb dojnice se dá

lehce sledovat pomocí pedometru nebo obojku (Řehák et al. 2020). Byl proveden pokus, při kterém byly odebrány vzorky z mléka, krve a obsahu bachoru holštýnskému skotu. Vzorky byly odebrány 30 dní před otelením v období stání na sucho. Další byly odebrány už v průběhu laktace 30. a 150. den. Z výsledků vzorků z bachoru byly zjištěny vyšší koncentrace kyseliny propionové v polovině laktace ve srovnání s časnou laktací. Koncentrace kyseliny octové a máselné nevykazovaly žádné významné rozdíly mezi intervaly odběru vzorků. V séru byly pozorovány vyšší koncentrace glukózy během období stání na sucho a uprostřed laktace než během časně laktace. Nižší koncentrace BHB a vyšší NEMK byly zaznamenány během časně laktace ve srovnání se střední laktací a obdobím stání na sucho. Celkový cholesterol a triacylglyceroly nevykazovaly žádné významné rozdíly mezi intervaly odběru vzorků. Výsledky této studie naznačují, že stanovení MK v mléce je potenciálním indikátorem energetického stavu dojnic (Vranković et al. 2017).

#### 4.8 Citráty

Koncentrace citrátů je další sledovaný parametr ve složení mléka. Vzniká kondenzací acetyl-CoA s oxalacetátem v tzv. citrátovém cyklu, který je důležitý v de novo syntéze MK v mléčné žláze. Základem pro syntézu MK je acetyl-CoA, který vzniká z acetátu. Další důležitý faktor je redukční ekvivalent Nikotinamidadeninukleotidfosfat (NADPH), který u přežvýkavců vzniká z citrátů. Vyšší hodnoty u zdravých jedinců na počátku laktace jsou přirozené, protože dochází k vyššímu obrátu citrátového cyklu a k většímu vstřebávání NEMK pro syntézu mléčného tuku. Ale pokud nastane NEB, hladina citrátu klesne, jelikož se sníží dostupnost oxacetátu (Bartoň & Štolcová 2019). Obsah citrátu se stanovuje průtokovou injekční analýzou. Obsah citrátů se pohybuje v hodnotách od 3,88 až 16,2 mmol<sup>-1</sup> s průměrem 9 mmol<sup>-1</sup> (Grelet et al. 2016).

#### 4.9 Glycerofosfocholin a Fosfocholin

Glycerofosfocholin (GPC) a Fosfocholin (PC) jsou metabolity, které se vyskytují v mléce a dají se využít jako indikátory metabolických poruch. Poměr těchto metabolitů GPC/PC se v prvním měsíci laktace využívá k určení metabolického stresu. Na měření těchto hodnot se využívá nukleární magnetická rezonance nebo chromatografické metody s hmotnostní detekcí (Bartoň & Štolcová 2019). Vysoké poměry GPC a PC umožňují spolehlivou selekci zdravých a metabolicky stabilních dojnic. V průběhu laktace jsou vysoké hodnoty GPC spojeny s nízkým výskytem ketózy. Během prvního měsíce laktace poměry GPC/PC rovné nebo vyšší než 2,5 indikují velmi nízké riziko ketózy (Klein et al. 2012).

#### 4.10 Ketolátky

Hladiny ketolátek se také dají použít jako indikátory NEB. Aceton je mléčný biomarker, který úzce koreluje s metabolickým stavem dojnic na počátku laktace. Hyperketonémie, nebo-li zvýšené množství ketolátek, úzce souvisí s koncentrací BHB a mléčného acetonu v krvi. Určení těchto ketolátek je přesnější při prevenci NEB než určování poměru tuku a bílkovin (Bartoň & Šolcová 2019). Pokud se zvýší štěpení tuků, stoupá hodnota ketolátek. Ketolátky

mohou být zdrojem energie a tím šetří bílkoviny, protože při nedostatku bílkovin se prohlubuje NEB (Kapounková et al. 2013).

## **5. Prevence NEB na počátku laktace**

Jako prevence k mírnější NEB je výživa, management krmení a celkový zdravotní stav dojnic (Bulter 2005). Začátek laktace je spojený s NEB. Po porodu je trávicí soustava kapacitně omezená, proto dojnice nemůže přijmout dostatečné množství potravy na pokrytí potřeb živin a energie na produkci mléka. Pokud se zvýší množství tuků a sacharidů v krmné dávce, nastávají zdravotní problémy spojené s narušením bachorové fermentace. V tomto období je nejlepší krmit hybridy silážní kukuřice s nízkým obsahem ligninu, protože jsou lehce stravitelné a tím pádem umožňují vyšší příjem krmiva, což je na začátku laktace důležité. Zařazení těchto hybridů kukuřice do krmné dávky je pro dojnice výhodou, a to z několika důvodů. Jednak můžeme podávat vyšší dávku dobře a rychle stravitelné pícniny, také lépe využijeme omezený prostor v trávicí soustavě a v neposlední řadě zajistíme dostatek energie, který nám nenaruší bachorovou fermentaci. Hybridy se doporučuje zařadit do krmné dávky tři týdny před a po otelení a poté postupně přecházet na konvenční krmení. Dalším opatřením je docílení dostatečného narušení zrna v siláži a zvýšit tak její stravitelnost. Skot je dobře přizpůsoben na využití těkavých mastných kyselin (TMK), které vytváří bachorová mikroflóra a jsou dobrým zdrojem energie. V době okolo porodního období se mění krmná dávka dojnic. Pícniny částečně nahrazují jaderná krmiva, a proto je třeba adaptovat mikroflóru bachoru na více škrobu a změnit strukturu TMK v bachoru (Šajdler & Prýmas 2016). Pro vybranou mezní úroveň NEB s pomocí libovolného indikátoru stanovujeme optimální práh, jenž určuje maximální hranici hodnot. Některé indikátory mají vysokou citlivost, a proto nejsou spolehlivé (např. protein, glukóza a laktóza). Mezi spolehlivější indikátory s vysokou specificitou a nižším stupněm citlivosti patří NEMK a BHB (Churakov 2021).

## **6. Metabolické poruchy a poruchy reprodukce spojené s NEB**

Nejsložitější období ve fázi života dojnic je tranzitní období. Porod a s tím související následující období rozdoje, je nejdůležitější. Soustředí se především na zvládnutí bezproblémového začátku laktace, udržení dobrého stavu jedince a dosažení dobré reprodukce (Kopecký 2021). Hlavním cílem chovatelů dojnic je produkovat co nejvíce mléka od zdravých dojnic. Klíčovou proměnnou je přitom optimalizace reprodukční účinnosti. Onemocnění dělohy v poporodním období patří mezi hlavní důvody, proč se tohoto cíle nepodaří vždy dosáhnout. Odhaduje se, že až 90 % všech dojnic má během prvních dvou týdnů po otelení bakteriální kontaminaci dělohy, o níž se obvykle postará proces involuce (zmenšení) dělohy. Involuce však není vždy plně účinná a velká část krav vykazuje známky, klinicky nebo mikroskopicky, probíhající bakteriální infekce i po dokončení involuce. Imunitní obrana v poporodní děloze závisí především na slizničních obranných systémech a vrozené imunitě. Je prokázáno, že krávy trpící negativní energetickou bilancí mají zhoršený celkový počet bílých krvinek a také sníženou účinnost vrozené imunitní odpovědi (Hulling 2020). Dojnice se zhoršenou funkcí imunitního systému jsou náchylné k onemocnění jako je mastitida, chronická paratuberkulóza, salmonela, ketózy, zadržení lůžka po porodu a

metritida. Nevyváženost vitamínů a minerálních látek se nejčastěji projevují poporodní parézou. U těchto zvířat pozorujeme snížený příjem krmiva, který se projevuje prostřednictvím NEB a snížením imunity. Dále se vyskytují slabé svalové kontrakce, které způsobují nedokonalé uzavření strukového svěrače a zhoršené vypuzení děložního obsahu (lochie) po porodu (Jedlička 2018). V poslední době se objevily nové doporučené diety, které zlepšují kvalitu oocytů a zlepšují míru březosti u skotu. Řídí vývoj folikulů a ovlivňují kvalitu oocytů (Webb et al. 2007).

## 6.1 Mléčná horečka

Hypokalcimie je onemocnění krav bez příznaků horečky. Jedná se o ulehnutí krávy v den po porodu nebo až do tří dnů po porodu. Vysoký věk dojnice zvyšuje riziko mléčné horečky o 9 % za laktaci. Rizika mléčné horečky narůstají v souladu se zvýšením fosforu ve stravě před otelením (Lean et al. 2008). Dojnice trpící mléčnou horečkou má sníženou tělesnou teplotu a pomalu ztrácí citlivost na podněty, dokonce může zcela ztratit vědomí. Onemocnění je způsobeno nedostatkem vápníku, který způsobuje ochabnutí strukového svěrače, a to bývá nejčastější příčinou vzniku mastitidy a zhoršení funkce dělohy, bachoru a střev. Pokud má dojnice v krvi vysoký objem ketolátek, je pravděpodobný výskyt problematické reprodukce. Aby došlo k jejímu úplnému uzdravení, je potřeba zahájit okamžitou léčbu. Prevencí proti mléčné horečce jsou vyvážená krmná dávka, hygiena prostředí a hygiena při porodu (Zatloukal 2017).

## 6.2 Ketóza

Ketóza je nejčastějším důsledkem negativní energetické bilance. Jedná se o poruchu energetického metabolismu, která má akutní nebo chronický průběh. Při NEB dochází k lipolýze, tedy k masivnímu uvolňování tukových rezerv dojnice, který se následně mění na potřebnou energii v játrech. Glukóza je zdroj energie a jsou na ní vysoké požadavky. Tvoří se v játrech z necukernatých zdrojů (Otrubová 2018). Jako jeden necukernatý zdroj je kyselina propionová a je jediná z těkavých mastných kyselin, která je využívána pro glukoneogenezi. Dalším zdrojem jsou glukoplastické aminokyseliny (Kaluža et al 2019). Tím dochází k přetížení jater. Při přeměně tuků na energii vzniká oxalacetát, který má přednost pro tvorbu glukózy, proto místo tvorby energie z tuků vznikají ketolátky acetoacetát, beta-hydroxybutyrát a aceton působící jako alternativní zdroj energie, ale při větším množství jsou toxické. Hlavní příčinou vzniku ketózy je tedy nedostatek energie v krmné dávce v době porodní a poporodní, nevyrovnaný poměr energie a dusíkatých látek v krmné dávce, překrmování dojníc v období stání na sucho, krmení siláže s vysokým obsahem kyseliny máselné a nedostatek pohybu. Druhy ketóz se dělí na tři skupiny. Digestivní ketóza se projevuje sníženým příjmem krmiva a může vést až k odmítání příjmu potravy. Při výdechu dojnice je cítit acetonový zápach. Bachorová činnost je omezená až zastavená. Na dotek jsou játra bolestivá. Také se výrazně snižuje dojivost. Nervová ketóza se projevuje manéžovým pohybem dojnice, zvýšeným neklidem, podrážděností, křečím a apatií. Může docházet i ke křížení končetin, k bourání do hrazení a jiných překážek, k olizování jiných předmětů a kůže, k okusování hrazení, žlabů a jiných předmětů. V konečné fázi nastává ulehnutí dojnice a

může nastat i kóma (Pavlata 2019). Subklinická ketóza je nejčastější forma ketózy. Projevuje se poruchami plodnosti a výrazným snížením dojivosti až o 20 %. Diagnózu určujeme podle příznaků a vyšetření moči, krve a mléka na obsah přítomností ketolátů (Andresson 1988). Jako léčbu podáváme infuzi glukózy a upravujeme krmnou dávku. Je také možnost podat glycerin nebo propylenglykol. Prevence spočívá ve vyvážené krmné dávce při zaprahování, ve stání na sucho a v poporodním období. Důležité je umožnit dostatek volného pohybu, kterým se snižují tukové rezervy (Pavlata 2019).

## 6.6 Steatóza jater

Vrchol dojivosti je 4 - 7 týdnů po otelení, ale maximální spontánní vrchol příjmu krmiva je až v 8 - 10 týdnu po otelení. V tomto období nastává NEB a dochází k mobilizaci tělesných rezerv a k hubnutí dojníc. Jaterní steatóza vzniká 1. - 2. týden po otelení, protože se v době NEB triacylglyceroly hromadí v játrech (Ticháček et al. 2007). Je charakteristická především nadměrnou přítomností tuků, triacylglyceroly a estery cholesterolu v jaterních buňkách. Jedná se o ztučnění jater, neboli nadbytek tuku v játrech. Důsledkem je přetěžování jater. Normální tučnost jater bývá kolem 5 %, ale při steatóze tučnost dosahuje 20 – 40 % (Lubojacka et al. 2005). Jaterní steatóza vzniká špatnou výživou v době stání na sucho a v blízkosti porodního období. Nejčastěji se jedná o překrmování sacharidy a nedostatek energie. Po porodu při nadbytku dusíkatých látek a tuků v krmivu dochází až k toxickému poškození jater. Příznaky jsou zvýšení tepu a dechu (140 tepů za minutu), nechutenství, vyšší tělesná teplota, nažloutlé sliznice, zhoršení až zastavení motoriky bачoru, hubnutí, snížení dojivosti, zvětšená a na dotek bolestivá játra. Mohou se vyskytovat i třesy, ulehnutí v nejhorsích případech kóma a úhyn jedince. Diagnózu určujeme s ohledem na vyskytující se příznaky vyšetřením krve, moči a mléka. Léčba probíhá intravenózně glukózou. Dále je doporučeno podávat pivovarské kvasnice do krmné dávky, anebo naočkovat bачorovou tekutinou od zdravého jedince. Pokud do tří až čtyř dnů nedorazí ke zvýšení denního příjmu krmné dávky, je humánní krávu nechat odvézt na jatka (Pavlata 2019).

## 6.7 Metritida

Jeden z nejčastějších důvodů zhoršené plodnosti dojníc je zánět dělohy. Jelikož je jeho léčba finančně náročná, dochází tak k vysokým ekonomickým ztrátám, ke snížení reprodukce a k poklesu dojivosti. V každém tranzitním období nastává kontaminace dělohy bakteriemi. Dojnice s dostatečně vysokou imunitou zvládají infekci překonat v době puerperia. Stupeň infekce udává síla patogenu (virulence), počet a druh patogenů a síla imunitního systému jedince. Toto vše udává závažnost příznaků (Šmídková 2009). Záněty dělohy mají minimální klinické příznaky, které jsou většinou přehlédnuty. Puerperální metritida je hořčnaté onemocnění s teplotou 39,5°C. Dochází k ní do 21 dní po porodu. Příznaky jsou nadměrně zvětšená děloha z důvodu bakteriální infekce a zapáchající hnědočervený vodnatý nebo hnisavý výtok z dělohy (Guiliodori et al. 2013). Zánět se vyskytuje ve všech děložních vrstvách (mukóze, submukóze, seróze a muscularis). Za vznik zánětu mohou nejčastěji tyto patogeny: *Trueperella pyogenes*, *Fusobacterium necrophorum*, *Prevotella melaninogenica* a *Escherichia coli*. Diagnóza se určuje vaginálním a rektálním vyšetřením a opakovaným

měřením teploty v době 7–14 dní po otelení. Léčba se provádí podáním infuzí pro stabilizaci oběhového systému, nesteroidních antiflogistik a podáním antibiotik. Pokračování metritidy může být dvojího typu. V prvním případě po 21-ti dnech po otelení se objevuje přítomnost 50 % hnisu v sekretu v pochvě (purulentního). V tom druhém je po 26-ti dnech po otelení 50 % hnisu v sekretu v pochvě (mukopurulentního) bez příznaků. Toto onemocnění se označuje jako klinická endometritida. Nedochází při ní k masivnímu zvětšení dělohy a zánět se vyskytuje pouze v některých děložních vrstvách (mukóza a část submukózy). Diagnózu určujeme rektálním a vaginálním vyšetřením spojeným se sonografickým vyšetřením. Léčbu provádíme vyvoláním estru za pomoci prostaglandin F2 alfa (PGF<sub>2α</sub>), při kterém dojde ke zvýšenému samovolnému vylučování patologického obsahu. Také je možno zahájit léčbu podáním nitroděložních antibiotik (Šmídková 2009). Puerperální metritida koreluje se sníženou produkcí mléka a se zhoršenou reprodukční schopností (Guiliodori et al. 2013).

## 6.8 Dilatace a dislokace slezu

Příznaky tohoto onemocnění se projevují postupným snížením dojivosti, náhlým zastavením laktace (první až šestý den laktace), ztrátou chuti a narušením bachorové motoriky. Teplota dojnice je většinou v normálu nebo pod jeho hranicí. Podle vážnosti stavu nastává různý stupeň dehydratace. K nejsilnější dehydrataci dochází při pravostranné dislokaci s výraznou torzí (přetočením), zároveň se vyskytují příznaky koliky a může dojít i k úhynu. Velice obvyklý je výskyt tachykardie (zvýšená tepová frekvence). Po rektálním vyšetření pozorujeme málo naplněný bachor a střeva. Výkaly ve střevech jsou kašovité, tmavší a kyselé zapáchající. Přímá palpace dislokovaného slezu se nejčastěji nedá provést. Tímto se rychle zhoršuje zdravotní stav a dochází k apatii dojnice. Může dojít k samovolnému návratu slezu, k průchodnosti a k obnovení funkce trávicí soustavy. Pokud se tomu tak nestane, je potřeba provést chirurgický zákrok co nejdříve, abychom předešli výrazné ztrátě hmotnosti. Klinické vyšetření se skládá z vyšetření dutiny břišní, pH moči a vyšetření krve (Bečvář et al. 2001). Levostranná dislokace slezu je nejčasnější chirurgický zákrok v břišní krajině u dojných krav. Toto onemocnění postihuje do 5 % dojnic. Onemocnění se projevuje do 4 týdnů po otelení, ale nevylučuje se výskyt po celou dobu laktace (Rajmon et al. 2019).

## 6.9 Paratuberkulóza

Paratuberkulóza (PTB) je jeden z mnoha faktorů spojených s vnitřními rozdíly v produkci mléka, jež bývá závislá i na dalších faktorech, např. na genetické schopnosti produkce mléka a na různých faktorech prostředí, managementu dojení a krmení (Hasonova & Pavlík 2006). PTB je nevléčitelné onemocnění s velice dlouhou inkubační dobou, která může trvat od dvou do patnácti let. Pokud nechceme zahajovat velice zdoluhavou a drahou léčbu, tak je z důvodu zhoršení laktace lepší nechat zvíře porazit a předejít tak ekonomickým ztrátám. PTB způsobuje *Mycobacterium avium* subsp. *paratuberculosis* (MAP). MAP je velice odolné proti dezinfekci, antibiotikům a UV záření. Příznaky PTB jsou snížená mléčná produkce, průjmy a snižování tělesné kondice. To přispívá ke zhoršení NEB (Kovařík 2018). Abychom snížili riziko nákazy dalších jedinců, je nutné včasné vyřazení nemocných zvířat ze stáda. Zabráníme tím přenosu nemoci na telata a dalšímu nekontrolovanému šíření ve stádě (Veselý 2005).

## 6.10 Salmonella

*Salmonella* má schopnost způsobovat celoživotní infekci skotu. Nejčastěji se přenáší kontaminovaným hnojem (Holschbach 2017). Onemocnění má buď subakutní nebo akutní formu. *Salmonella* má velice krátkou inkubační dobu, která trvá pouze pár dní. Projevuje se nechutí přijímat potravu, poleháváním, apatií, zvýšenou tělesnou teplotou, žíznivostí a hlavně řídkým, výrazně zapáchajícím, nažloutlým nebo krvavým průjmem. Infekce může mít tři stupně. Subakutní může způsobit smrt jedince nebo přejít do chronické infekce. Akutní se projevuje zánětem střev. Pokud se *salmonella* neodhalí včas, způsobuje veliké ztráty hlavně v období kolem porodu. Krávy z důvodů snížení příjmu krmiva a silných průjmů ztrácejí na váze a tím se prohlubuje negativní energetická bilance (Ježková 2017). Stanovení diagnózy tohoto onemocnění se provádí aerobní kultivací stolice. Pokud je stádo nakaženo *salmonellou* hrozí také veliké ztráty nejen u dojnic, ale také u telat. Výsledkem je celkové znehodnocení živočišných materiálů. Při nedostatečné hygieně se může nemoc přenést i na ošetřovatele. (Holschbach 2017).

## 6.11 Zadržení lůžka

Zadržení lůžka se také nazývá zadržení placenty. Plodové obaly by měly být vypuzeny kontrakcemi do 8 až 12-ti hodin po porodu. U starších dojnic se doba vypuzení může zkrátit i na 6 hodin. Nejčastější příčinou vzniku tohoto onemocnění bývá nedostatečná výživa, jež je v době kolem porodu klíčová pro celkový zdravotní stav. Vybalancovaná krmná dávka tvoří základ pro udržení zdravého stavu zvířat. V krmné dávce by měl být zastoupen dostatek vitamínu E, A, D, selenu, mikro i makroprvků (Doležal et al. 2012). Dalšími nutričními faktory v období stání na sucho jsou nadbytek nebo nedostatek energie a nedostatek proteinů. Mezi mechanické faktory vzniku zadržení lůžka řadíme předčasné porody, zmetání plodu, pozdní porody, císařský řez a porody dvojčat. Nemalý vliv mají i věk dojnice, pořadí laktace a celková pohoda zvířat (Vlček 2009).

## 6.12 Poporodní paréza

Poporodní paréza je onemocnění bez příznaků horečky. Nejčastěji zasahuje dojnice z vysokoprodukčních stád. Projevuje se ulehnutím dojnice v den porodu nebo až do tří dnů po jejím otelení (Kaluža et al. 2019). Dojnice zpočátku nejeví zájem o okolí a posléze ztrácí vědomí. Dalšími příznaky jsou nechutenství, celková slabost, malátná chůze a skleslost. Nejčastějším důvodem vzniku parézy je vysoký obsah vápníku (Ca) v krmné dávce. Štítná žláza ztrácí svou funkci a tělo nedostatečně hospodáří s vápníkem. Dochází ke snížení vstřebávání Ca ve střevech. Paréza vzniká náhle a její průběh je akutní. Prevencí je vybalancovaná krmná dávka v předporodním období s převahou aniontů (Cl, SO<sub>4</sub>) nad kationty (Ca, Na, Mg, K) (Pavlata et al. 2019).

## 6.13 Onemocnění končetin

Nemoci končetin u dojnic bývají nejčastější a nejnákladnější. Pokud dojnice trpí onemocněním paznehtů, zákonitě dochází k výrazným ekonomickým ztrátám. Projevují se

snížením užitkovosti a příjmu potravy, vody a omezením pohybu. Dojnice postižené onemocněním končetin jsou kvůli bolesti, která je značně omezuje, méně pohyblivé a snadno podléhají stresu. V souvislosti s tím následně dochází ke snížení jejich mléčné užitkovosti a plodnosti i ke vzniku dalších onemocnění. Prevencí tohoto onemocnění je pravidelná kontrola a úprava paznehtů a desinfekční koupele (Kašná et al. 2020). Dojnice trpící problémy s končetinami dosahují denního úbytku na váze i 1 kg. Podle existujících statistik je onemocnění paznehtů nejčastější příčinou vyřazování dojnic ze stáda. Počet postižených dojnic bývá obvykle kolem 7 % z chovu (Veselý 2001). Příčinou onemocnění může být způsob ustájení, kvalita povrchu ve stájích, hygiena stájí, kvalita krmení a pravidelnost a výše úrovně korektury paznehtů. Nemoci se dělí na infekční a neinfekční. Infekční jsou nekrobacilóza, dermatitida a hniloba patek. Neinfekční jsou vředy a nemoc bílé čáry (Zavadilová et al. 2020).

## 7. Vlivy NEB na nádoj a kvalitu mléka

Theera Rukkwamsuk vedl výzkum holštýnsko-fríských dojnic v Thajsku na malých farmách. Došel k závěru, že dojnice dosahovaly BCS před porodem hodnot pouze 3,2 (ideální kondice je 3,5) a během 4 týdnů po porodu bylo zaznamenáno snížení kondice všech dojnic. Produkce mléka během prvních 16-ti týdnů laktace dosahovala  $15,80 \pm 4,10$  kg/d. Průměrný nádoj byl nižší z důvodu výskytu NEB. Během 8 týdnů laktace se průměrné složení mléka významně nezměnilo. Po celou dobu experimentálního období procento laktózy, bílkovin a tuků v mléce zůstalo stejné. Období NEB má vliv na produkci mléka, ale nikoliv na jeho složení (Rukkwamsuk et al. 2010). Další studie se zaměřily na pozorování metabolických vlastností, maximální dojivost a BCS s pozváním prvotek a donic již na několikáté laktaci. Výzkum byl odvozen ze 4 předchozích studií 500 laktujících dojnic v období 1 týden před porodem a 7 týdnů po porodu. Prvotelky měly výrazně nižší produkci mléka narozdíl od dojnic. Koncentrace NEMK a BHB v této studii pozitivně korelovala od týdnů před porodem do 4 týdnů po porodu. Poté koncentrace NEMK začala klesat, zatímco koncentrace BHB pokračovala v růstu až do 6 týdne po otelení. Změny související s věkem v mléčné užitkovosti jsou také velice důležité. Jalovice se poprvé otelí v 24 měsících. Věk při prvním otelení významně ovlivňuje dojivost, procento mléčného tuku, bílkovin, produkční život a dlouhověkost. Krávy rostou až do konce své třetí laktace, i když se tempo růstu zpomalí, jakmile zvířata dosáhnou cca 450 dnů. Jalovice před prvním otelením jsou v odlišném metabolickém stavu než krávy, které už se telily, protože pro svůj vlastní růst i na vývoj telat potřebují další energii a živiny (Wathes et al. 2007). V další studii bylo sledováno 24 jednotlivých dojnic v 2. týdnu laktace. Tělesná hmotnost ( $627,4 \pm 56,4$  kg) a dojivost ( $28,1 \pm 6,7$  kg/den) byly sledovány denně. Bylo vypočteno složení mléka (tuk, bílkoviny a laktóza) a čistá energetická bilance. Vzorky plazmy a mléka byly odebrány a analyzovány. Ze všech měřených plazmatických metabolitů bylo 27 korelováno (měly vzájemný vztah) s energetickou bilancí. Tyto plazmatické metabolity souvisely s mobilizací tělesných rezerv z tělesného tuku, svalů a kostí. Metabolické profily plazmy a mléka poskytují hloubkový náhled do fyziologických cest dojnic v negativní energetické bilanci na začátku laktace (Xu et al. 2020). Mezi produkcí a tělesnou kondicí byla nepříznivá korelace, proto krávy s vyšší produkcí měly větší pravděpodobnost nižší kondice na začátku první laktace. Výsledky také



ukázaly, že zvířata s vyšší produkcí pravděpodobně ztratila tělesnou kondici během vrcholu první laktace. To se odráží ve vztahu energetické rovnováhy časně laktace s počtem somatických buněk a dlouhověkosti, což ukazuje, že vrchol laktace je kritickým obdobím z hlediska metabolických tlaků na dojnici (Wall et al. 2007). Další experiment byl proveden ve Srbsku na mléčné farmě v roce 2012. Pro analýzu bylo vybráno 15 krav v polovině laktace. Byly odebrány vzorky krve BHB, NEMK a TG a jejich výsledky s odchylkou byly zapsány do tabulky (viz tabulka 2) (Djoković et al. 2017).

Tabulka 2 - Krevní metabolity naměřené u dojnic ranné a střední laktace. Výsledky jsou vyjádřeny jako průměr ± standardní odchylka

|      | Krávy ranné laktace | Krávy střední laktace |
|------|---------------------|-----------------------|
| BHB  | 1,59 ± 0,25         | 0,91 ± 0,16           |
| NEMK | 0,38 ± 0,29         | 0,13 ± 0,04           |
| TG   | 0,12 ± 0,02         | 0,15 ± 0,04           |

(Djoković et al. 2017)

Závěrem v tomto výzkumu bylo zjištěno na základě naměřených metabolitů, že krávy v ranné laktaci měly metabolické poruchy. Ty byly spojené s ketózou a ztučněním jater. Tyto metabolické změny nekorelovali s dojivostí, ale mohou sloužit jako užiteční ukazatelé nutričních a metabolických stavů dojnice během laktace (Djoković et al. 2017).

## Závěr

Negativní energetická bilance a její brzké určení podle indikátorů je stále aktuální problém v mléčných stádech. Této problematice se věnuje mnoho vědeckých prací a článků. Existuje nespočet indikátorů, které nám pomáhají určit sílu, stádium a předpokládané trvání NEB. Dělíme je na přímé a nepřímé. Přímé jsou přesně naměřené hodnoty v krvi nebo mléce. Vyznačují se jako konkrétní hodnoty, které mají danou prahovou hodnotu. Jako přímá indikace nám nejčastěji slouží sérová koncentrace NEMK a BHB, kterou lze dále využít pro stanovení zdravotních komplikací jako např. laminitidy a ketózy. Koncentrace mastných kyselin jako biomarker je nejuvhodnější proměnnou pro včasnou detekci dojníc v těžké NEB, což je důležité pro dobrý management stáda. Rozbory z mléka jsou nejsnadněji získané informace, protože jejich odběr je jednoduchý. Zatím co rozbory z krevní plazmy se nedají tak snadno odebrat jako mléko. Odběr krve celému stádu a vyhodnocení výsledků je časově a finančně náročnější. Spektroskopie mléka FTIR jsou cenově a časově dostupnější. Můžeme z nich zjistit zvýšený poměr tuků a bílkovin, mastných kyselin s dlouhým řetězcem a somatických buněk nebo nízkou hladinu citrátů, ketolátek, podle kterých snadněji diagnostikujeme druh ketóz než z krevních testů. Nepřímé indikace jsou změny tělesných hmotností a změny uložených tělesných tuků, které mají nejčastěji vliv na pozdější nebo nepatrné projevy říje. Biomarkery mléka jsou díky svojí dostupnosti nejčastěji využívané v českých mléčných chovech pro určení energetické bilance u jednotlivých dojníc. Základem prevence je zasušení dojnice v ideální kondici. Před zasušením se provádí kontrola mléčné žlázy. Dělí se na tři základní vyšetření. Aspekce je hodnocení pohledem. Upevnění mléčné žlázy by mělo být pevné a elastické s polovejčitým tvarem. Tato elasticita věkem a počtem laktací ochabuje a je takové dojnice mají sklon k traumatům, zánětům a komplikuje strojní dojení. Vemeno by mělo mít dostatečně veliký objem a širokou základnu, zadní čtvrtě vemene by měly být větší než přední, ale levá a pravá půlka by měla být symetrická. Barva kůže na vemenu je fyziologicky růžová s možným pigmentem. Při zánětu vemene daná čtvrt' zrudne a pokud se jedná o akutní mastitidu mohou se objevovat barvy tmavě fialové až černé. Na strukách by neměly být viditelné žádné výhřezy a zranění vzniklé od jiné dojnice přišlápnutím anebo způsobené dojícím zařízením. Měkkodojné krávy jsou krávy, které trpí samovolným odkapáváním mléka, což je vysoké riziko kontaminace z důvodu nedostatečně uzavřeného strukového svěrače. Palpace je hodnocení vemene pohmatem. Teplota všech čtvrtí by měla být stejná. Při dotyku na vemeno by neměla dojnice vykazovat bolest a s tím spojené obranné reakce jako kopání. Vemeno by na pohmat mělo být hladké, elastické a pevné. Tvrdé a hrudkovité vemeno prokazuje prodělání infekce v minulosti. Také je dobré vyšetřit sekret mléčné žlázy. Po desinfekci struku jednorázovou utěrkou se provádí odstřík do misky s tmavým dnem. Mléko by mělo být homogenní bez vločkovité struktury a jiných příměsí, jako je krev a hnís. Ostřík se provádí z každé čtvrtě. Po odstříku se odebere vzorek mléka a vyhodnocuje se počet somatických buněk a měrná vodivost. Paznehty by měly být upravené a bez zánětu. Dojnice by neměla kulhat ani vykazovat bolest při pohybu. Jako prevence jsou dobré koupele paznehtů, časté odstraňování výkalů, kvalita podestýlky a podlahových materiálů. V krmné dávce je důležité nastavit ideální pH, aby nenastala mléčná horečka. Těsně před porodem nastává ve vemenu tlak mléka, který může způsobit otok vemene a při ležení na vemenu může docházet k odtoku mléka a touto cestou se zvyšuje riziko nákazy a

vzniku mastitid. Abychom dosáhli co nejmírnějšího průběhu NEB je nejlepším způsobem prevence důkladná kontrola dojnice před porodem. Jedině dobrý zdravotní stav, ideální kondice, vyvážená krmná dávka a co nejmenší stres zaručuje zdravé dojnice s dobrou užitkovostí a reprodukcí.

## Literatura

Rysová L. 2021. Tělesná kondice skotu - Agropress.cz. Available from: <https://www.agropress.cz/telesna-kondice-skotu/> (accessed January 2022)

Rysová L. 2017. Historie černostrakatého skotu, resp. holštýnského plemene ve světě a u nás. - Agropress.cz. Available from: <https://www.agropress.cz/historie-černostrakateho-skotu-resp-holstynskeho-plemene-ve-svete-a-u-nas/> (accessed February 2022)

Pokorný Z. 2013. Holštýnský skot (Bos primigenius taurus - Holstein cattle) - ChovZvířat.cz. Available from: <http://www.chovzvirat.cz/zvire/3401-holstynsky-skot/> (accessed January 2022)

Prýmas L. 2019. Význam a interpretace nepřímých indikátorů negativní energetické bilance dojnic | Náš chov. Available from: <https://www.naschov.cz/vyznam-a-interpretace-nepri-my-ch-indikatoru-negativni-energeticke-bilance-dojnic/> (accessed November 2021)

Jedlička M. 2018. Metritida problémem imunosuprese | Náš chov. Available from: <https://www.naschov.cz/metritida-problemem-imunosuprese/> (accessed October 2021)

Veselý K. 2001. Dilatace a dislokace slezu u skotu | Veterinářství. Available from: <https://www.vetweb.cz/dilatace-a-dislokace-slezu-u-skotu/> (accessed December 2021)

Prýmas L. 2016. Prevence negativní energetické bilance na počátku laktace | Náš chov. Available from: <https://www.naschov.cz/prevence-negativni-energeticke-bilance-na-pocatku-laktace/> (accessed February 2022)

Štolcová, M., & Bartoň, L. Česká technologická platforma pro zemědělství (ČTPZ).

Šmídková J. 2009. 1240\_09\_metritis-final.pdf. Available from: [https://www.vfu.cz/files/1240\\_09\\_metritis-final.pdf](https://www.vfu.cz/files/1240_09_metritis-final.pdf) (accessed December 2021)

Hasonova, L., & Pavlik, I. (2006). Economic impact of paratuberculosis in dairy cattle herds: a review. *Veterinarni Medicina*, 51(5), 193.

Toušová R. 2001. Mléčná užitkovost Jerseykého skotu - Agris.cz. Available from: [http://www.agris.cz/venkov/mlecna-uzitkovost-jerseyskeho-skotu?id\\_a=108683](http://www.agris.cz/venkov/mlecna-uzitkovost-jerseyskeho-skotu?id_a=108683) (accessed February 2022)

Pokorný Z. 2013. O Plemeni | ČESTR Available from: <https://www.cestr.cz/cs/plemeno/o-plemeni> (accessed December 2021)

Otrubová M. 2017. Představujeme Svaz chovatelů holštýnského skotu ČR, z.s. - Agropress.cz. Available from: <https://www.agropress.cz/predstavujeme-svaz-chovatelu-holstynskeho-skotu-cr-z-s/> (accessed February 2022)

Otrubová M. 2018. Poruchy energetického metabolismu - Agropress.cz. Available from: <https://www.agopress.cz/poruchy-energetickeho-metabolismu/> (accessed October 2021)

Butler, W. R. (2005). Relationships of negative energy balance with fertility. *Advances in dairy technology*, 17, 35-46.

Holschbach, C. L., & Peek, S. F. (2018). Salmonella in dairy cattle. *Veterinary Clinics: Food Animal Practice*, 34(1), 133-154.

Veselý K. 2008. Diferenciální diagnostika syndromu ulehnutí u krav | Veterinářství. Available from: <https://vetweb.cz/diferencialni-diagnostika-syndromu-ulehnuti-u-krav/> (accessed December 2021)

Serbester, U., Çınar, M., & Hayırlı, A. (2012). Negative energy balance in dairy cattle and its metabolic indicators. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 18(4), 705-711.

Churakov, M., Karlsson, J., Rasmussen, A. E., & Holtenius, K. (2021). Milk fatty acids as indicators of negative energy balance of dairy cows in early lactation. *Animal*, 15(7), 100253.

Mulvany, P. M. (1981). 6.5 Dairy cow condition scoring. *BSAP Occasional Publication*, 4, 349-353.

Wildman, E. E., Jones, G. M., Wagner, P. E., Boman, R. L., Troutt Jr, H. F., & Lesch, T. N. (1982). A dairy cow body condition scoring system and its relationship to selected production characteristics. *Journal of dairy science*, 65(3), 495-501.

Šolcová M. 2019. Výzkum - Mastné kyseliny v kravském mléce: význam, syntéza, metabolismus a vztah k energetické bilanci dojníc - | ČTPZ Available from: <https://www.ctpz.cz/vyzkum/mastne-kyseliny-v-kravskem-mlece-vyznam-synteza-metabolismus-a-vztah-k-energeticke-bilanci-dojnic-1042> (accessed November 2021)

Rysová L. 2020. Česká červinka - Agropress.cz. Available from: <https://www.agopress.cz/3531-2/> (accessed January 2022)

Rysová L. 2017. Představujeme Svaz chovatelů českého strakatého skotu, z.s. - Agropress.cz. Available from: <https://www.agopress.cz/predstavujeme-svaz-chovatelu-ceskeho-strakateho-skotu/> (accessed February 2022)

Kaluža M. 2019. SKOT. Available from: <https://cit.vfu.cz/nz/NHZ/SKOT.html> (accessed December 2021)

Pavlata, L. Česká technologická platforma pro zemědělství (ČTPZ).

Kopecký F. 2021. Koncept péče o dojnice : MIKROP. Available from: <https://www.mikrop.cz/magazin/koncept-pece-o-dojnice~m1036> (accessed February 2022)

Veselý K. 2005. Ozdravování skotu od paratuberkulózy | Veterinářství. Available from: <https://vetweb.cz/ozdravovani-skotu-od-paratuberkulozy/> (accessed December 2021)

Ježková T. 2017. Salmonelóza - Veterinární průvodce. Available from: <https://zverolekarka.com/salmoneloz/> (accessed December 2021)

Vlček M. 2009. Zadrzene\_luzko.pdf. Available from: [https://www.vetvlcek.cz/wp-content/uploads/Zadrzene\\_luzko.pdf](https://www.vetvlcek.cz/wp-content/uploads/Zadrzene_luzko.pdf) (accessed January 2022)

Otrubová M. 2021. Vliv tělesné kondice skotu na reprodukci mléčných stád - Agropress.cz. Available from: <https://www.agropress.cz/vliv-telesne-kondice-skotu-na-reprodukcii-mlecnych-stad/> (accessed November 2021)

Bielak, A., Derno, M., Tuchscherer, A., Hammon, H. M., Susenbeth, A., & Kuhla, B. (2016). Body fat mobilization in early lactation influences methane production of dairy cows. *Scientific reports*, 6(1), 1-13.

Adewuyi, A. A., Gruys, E., & Van Eerdenburg, F. J. C. M. (2005). Non esterified fatty acids (NEFA) in dairy cattle. A review. *Veterinary quarterly*, 27(3), 117-126.

Esposito, G., Irons, P. C., Webb, E. C., & Chapwanya, A. (2014). Interactions between negative energy balance, metabolic diseases, uterine health and immune response in transition dairy cows. *Animal reproduction science*, 144(3-4), 60-71.

Skřivánek M. 2001. Vliv hormonů na energetický a dusíkový metabolismus dojnic | Náš chov. Available from: <https://naschov.cz/vliv-hormonu-na-energeticky-a-dusikovy-metabolismus-dojnic/> (accessed October 2021)

Chládek G. 2001. Zdroje informací k bodování tělesné kondice masného skotu | Náš chov. Available from: <https://naschov.cz/zdroje-informaci-k-bodovani-telesne-kondice-masneho-skotu/>

Gross, J. J., Schwarz, F. J., Eder, K., van Dorland, H. A., & Bruckmaier, R. M. (2013). Liver fat content and lipid metabolism in dairy cows during early lactation and during a mid-lactation feed restriction. *Journal of dairy science*, 96(8), 5008-5017.

untitled. Available from: [http://www.mlekarskelisty.cz/upload/soubory/pdf/2010/119\\_s.\\_22-25.pdf](http://www.mlekarskelisty.cz/upload/soubory/pdf/2010/119_s._22-25.pdf) (accessed October 2021)

Knop, R., & Cernescu, H. (2009). Effects of negative energy balance on reproduction in dairy cows. *Lucrări Stiințifice Medicină Veterinară*, 42(2), 198-205.

Webb, R., Garnsworthy, P. C., Campbell, B. K., & Hunter, M. G. (2007). Intra-ovarian regulation of follicular development and oocyte competence in farm animals. *Theriogenology*, 68, S22-S29.

Andersson, L. (1988). Subclinical ketosis in dairy cows. *Veterinary clinics of north america: Food animal practice*, 4(2), 233-251.

Kaluža M. 2019. SKOT. Available from: <https://cit.vfu.cz/nz/NHZ/repr.skot.html> (accessed December 2021)

Otrubová M. 2022. Efektivní přehled ukazatelů reprodukce u skotu - Agropress.cz. Available from: <https://www.agropress.cz/zakladni-ukazatele-reprodukce-skotu/> (accessed November 2021)

Kaluža M. 2019. SKOT. Available from: <https://cit.vfu.cz/nz/NHZ/met.one.skot.html> (accessed February 2022)

Rajmon, R., & Haloun, T. Česká technologická platforma pro zemědělství (ČTPZ).

Rukkwamsuk, T., Wensing, T., & Kruip, T. A. (1999). Relationship between triacylglycerol concentration in the liver and first ovulation in postpartum dairy cows. *Theriogenology*, 51(6), 1133-1142.

Xu, W., Van Kneysel, A., Saccenti, E., Van Hoeij, R., Kemp, B., & Vervoort, J. (2020). Metabolomics of milk reflects a negative energy balance in cows. *Journal of proteome research*, 19(8), 2942-2949.

Šolcová M. 2020. Mastné kyseliny mléčného tuku jako potenciální biomarkery negativní energetické bilance dojnic v časně laktaci – Výzkumný ústav živočišné výroby, v.v.i. Available from: <https://vuzv.cz/publikace/masne-kyseliny-mlacneho-tuku-jako-potencialni-biomarkery-negativni-energeticke-bilance-dojnic-v-casne-laktaci/> (accessed December 2021)

Gaillard, C., Vestergaard, M., Weisbjerg, M. R., & Sehested, J. (2016). Effects of live weight adjusted feeding strategy on plasma indicators of energy balance in Holstein cows managed for extended lactation. *animal*, 10(4), 633-642.

Grelet, C., Bastin, C., Gelé, M., Davière, J. B., Johan, M., Werner, A., ... & Dehareng, F. (2016). Development of Fourier transform mid-infrared calibrations to predict acetone,  $\beta$ -hydroxybutyrate, and citrate contents in bovine milk through a European dairy network. *Journal of dairy science*, 99(6), 4816-4825.

Klein, M. S., Buttchereit, N., Miemczyk, S. P., Immervoll, A. K., Louis, C., Wiedemann, S., ... & Gronwald, W. (2012). NMR metabolomic analysis of dairy cows reveals milk glycerophosphocholine to phosphocholine ratio as prognostic biomarker for risk of ketosis. *Journal of proteome research*, 11(2), 1373-1381.

Giuliodori, M. J., Magnasco, R. P., Becu-Villalobos, D., Lacau-Mengido, I. M., Risco, C. A., & de la Sota, R. L. (2013). Metritis in dairy cows: Risk factors and reproductive performance. *Journal of dairy science*, 96(6), 3621-3631.

Lubojacka, V., Pechova, A., Dvořák, R., Drastich, P., Kummer, V., & Poul, J. (2005). Liver steatosis following supplementation with fat in dairy cow diets. *Acta Veterinaria Brno*, 74(2), 217-224.

DeGaris, P. J., & Lean, I. J. (2008). Milk fever in dairy cows: A review of pathophysiology and control principles. *The veterinary journal*, 176(1), 58-69.

Wall E, Coffey MP, Brotherstone S. 2007. The relationship between body energy traits and production and fitness traits in first-lactation dairy cows. *Journal of Dairy science* 90:1527-1537.

Kapounková K. 2013. Patofyziologie. Available from: <https://www.fsps.muni.cz/inovace-RVS/kurzy/patofyziologie/metabolismus.html> (accessed February 2022)

Zavadilová, L., Kašná, E., & Krupová, Z. (2020). DEFINICE KOMBINOVANÝCH ZNAKŮ NEMOCÍ A PORUCH PAZNEHTŮ PRO ODHAD PLEMENNÝCH HODNOT U HOLŠTÝNSKÉHO SKOTU.

Vranković, L., Aladrović, J., Octenjak, D., Bijelić, D., Cvetnić, L., & Stojević, Z. (2017). Milk fatty acid composition as an indicator of energy status in Holstein dairy cows. *Archives Animal Breeding*, 60(3), 205-212.

Veselý M. 2001. Onemocnění končetin, příčiny, možnost léčby a prevence | Náš chov. Available from: <https://naschov.cz/onemocneni-koncetin-priciny-moznost-lecby-a-prevence/> (accessed January 2022)

Rukkwamsuk, T. (2010). A field study on negative energy balance in periparturient dairy cows kept in small-holder farms: Effect on milk production and reproduction. *African Journal of Agricultural Research*, 5(23), 3157-3163.

Wathes, D. C., Fenwick, M., Cheng, Z., Bourne, N., Llewellyn, S., Morris, D. G., ... & Fitzpatrick, R. (2007). Influence of negative energy balance on cyclicity and fertility in the high producing dairy cow. *Theriogenology*, 68, S232-S241.

Ticháček A. 2007. Metodika kompletní23. 11. 07. Available from: [https://eagri.cz/public/web/file/26918/Metodika\\_kompletni\\_23.\\_11.\\_07.pdf](https://eagri.cz/public/web/file/26918/Metodika_kompletni_23._11._07.pdf) (accessed February 2022)

Hulling, L. (2020). Uterine health in the postparturient period of the dairy cow.

Ježková A. 2018. Šlechtění holštýnského skotu v ČR | Náš chov. Available from: <https://naschov.cz/slechteni-holstynskeho-skotu-v-cr/> (accessed February 2022)

Djoković, R., Kurćubić, V., Ilić, Z., Cincović, M., Lalović, M., Jašović, B., & Bojkovski, J. (2017). Correlation between blood biochemical metabolites milk yield, dry matter intake and energy balance in dairy cows during early and mid lactation. *Advances in Diabetes and Metabolism*, 5(2), 26-30.



## Seznam použitých zkratk a symbolů

ČESTR-Český strakatý skot

NEB–negativní energetická bilance

NEMK–neesterifikované nasné kyseliny

BSC–Body Condition Score, tělesná kondice

TMK–těkavé masné kyseliny

N látky-dusíkaté látky

PTB-Paratuberkulóza

Na-sodík

Mg-hořčík

Cl-chlor

SO<sub>4</sub>-síran

PGF<sub>2</sub> $\alpha$ -prostaglandin F2 alfa

BHB- $\beta$ -hydroxybutyrátu

MK-masné kyseliny

NADPH-Nikotinamidadeninukleotidfosfát

SARA-subakutní ruminální acidóza

MAP-Mycobacterium avium subsp. paratuberculosis

GPC-glycerofosfocholin

FTIR-infračervená spektroskopie s Fourierovou transformací

PC-fosfocholin

Ca-vápník

TAG-triacylglyceroly

K-draslík

ATP-adenosintrifosfát



