

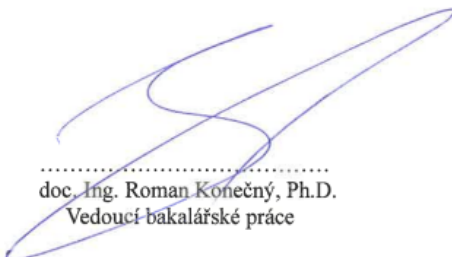


Fakulta zemědělská  
a technologická  
Faculty of Agriculture  
and Technology


Jihočeská univerzita  
v Českých Budějovicích  
University of South Bohemia  
in České Budějovice

## Prohlášení

Bakalářská práce s názvem „*Vztah ketolátek a vybraných krevních parametrů u vysokoprodukčních dojnic*“ nemůže být vložena do systému STAG, protože by zveřejnění obsažených dat zamezilo jejich publikování v odborném vědeckém časopise.



.....  
doc. Ing. Roman Konečný, Ph.D.  
Vedoucí bakalářské práce



.....  
Martina Kolbová  
Autorka bakalářské práce

V Českých Budějovicích 12.4.2024



Fakulta zemědělská  
a technologická  
Faculty of Agriculture  
and Technology

Jihočeská univerzita  
v Českých Budějovicích  
University of South Bohemia  
in České Budějovice

# JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH FAKULTA ZEMĚDĚLSKÁ A TECHNOLOGICKÁ

Katedra zootechnických věd

## Bakalářská práce

Vztah ketolátek a vybraných krevních parametrů u  
vysokoprodukčních dojnic

Autorka práce: Martina Kolbová

Vedoucí práce: doc. Ing. Roman Konečný, Ph.D.

Konzultant práce: prof. Ing. Jan Trávníček, CSc.

České Budějovice  
2024

## **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem autorkou této kvalifikační práce a že jsem ji vypracovala pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu použitých zdrojů.

V Českých Budějovicích dne .....

.....  
Podpis

## **Abstrakt**

Následující pasáž o rozsahu 1 strany je zatím z elektronické verze vypuštěna z důvodu budoucí publikace těchto dat v odborném časopise.

**Klíčová slova:** puerperium, vysokoužitkové dojnice, kyselina beta-hydroxymáselná, ketóza

## **Abstract**

**Keywords:** puerperium, high-yielding dairy cows, beta-hydroxybutyric acid, ketosis

## **Poděkování**

Ráda bych poděkovala vedoucímu bakalářské práce panu doc. Ing. Romanovi Konečnému, Ph.D. a konzultantovi prof. Ing. Janu Trávníčkovi, CSc. za odborné rady a čas, který mi věnovali, vstřícný přístup a trpělivost.

## Obsah

Úvod.....	9
1 Literární rešerše.....	10
1.1 Charakteristika skotu.....	10
1.1.1 Užitkový typ skotu.....	10
1.1.2 Dojný užitkový typ.....	10
1.1.3 Mléčná užitkovost.....	10
1.2 Charakteristika vysokoužitkových dojnic.....	11
1.3 Holštýnský skot.....	12
1.3.1 Historie.....	12
1.3.2 Exteriér.....	13
1.3.3 Užitkovost holštýnského skotu.....	14
1.4 Výživa skotu.....	15
1.5 Období laktace.....	15
1.6 Období stání na sucho.....	16
1.7 Tvorba mléka.....	17
1.8 Sekrece mléka a jeho složení.....	17
1.9 Puerperium.....	19
1.10 Ketóza.....	20
1.10.1 Patogeneze.....	20
1.10.2 Příčiny a průběh onemocnění.....	20
1.10.3 Rozdělení.....	21
1.10.4 Klinické příznaky.....	23
1.10.5 Prevence.....	24
1.11 Steatóza jater.....	24
1.11.1 Patogeneze.....	24

1.11.2	Klinické příznaky .....	25
1.11.3	Prevence .....	25
1.12	Krev .....	25
1.12.1	Vlastnosti a složení krve .....	26
1.13	Krevní elementy .....	30
1.13.1	Červené krvinky .....	30
1.13.2	Bílé krvinky .....	31
1.13.3	Krevní destičky .....	34
2	Materiál a metody .....	35
3	Výsledky a diskuse .....	36
	Závěr .....	37
	Seznam použité literatury .....	38
	Seznam obrázků .....	47
	Seznam tabulek .....	48
	Seznam grafů .....	49
	Seznam použitých zkratk .....	50



---

## Úvod

Následující pasáž o rozsahu 1 strany je zatím z elektronické verze vypuštěna z důvodu budoucí publikace těchto dat v odborném časopise.

---

# 1 Literární rešerše

## 1.1 Charakteristika skotu

### 1.1.1 Užítkový typ skotu

Užitkový typ skotu je charakterizován schopností poskytovat různé míry a poměry mléčné, masné nebo pracovní užitkovosti. Při posuzování užitého typu zohledňujeme produkční složku, což znamená zaměření na účel užitku. To znamená, že kráva daného plemene může být nepřiměřeně malého tělesného rámce a dosahovat nízké živé hmotnosti, i když dosahuje vysoké produkce mléka. Taková kráva má nízkou hodnotu v rámci plemene, ale vysokou hodnotu z hlediska užitku. Je hodnocena jako užitková kráva, nikoliv jako plemenná (Botto, 1984; Vejčík et al., 2001). Rozlišujeme dojný, masný a kombinovaný užitkový typ.

### 1.1.2 Dojný užitkový typ

Skot mléčného užitého typu má tělo tvarované jako lichoběžník, jemnější kostru a méně vyvinuté svalstvo. Kůže je pevná, pružná, ale lehce odtažitelná a vytváří na krku záhyby. Hlava je delší a úzká, krk je prodloužený a štíhlejší, hrudník je dlouhý a prostorný, břicho má adekvátní objem, pánev je hranatější a má dobře vyvinuté, žláznaté vemeno (Botto, 1984; Frelich et al., 2001). Tělesný rámec může být malý (např. jersey, guernsey), střední (např. dánské červinky, ayrshire) nebo velký (např. holštýnský skot, Brown Swiss) (Vejčík et al., 2001). Typickým zástupcem mléčného typu skotu je jerseyký skot. Krávy tohoto typu mají schopnost zužitkovat i velké dávky objemových krmiv pro produkci mléka, aniž by se stávaly příliš tučnými, dokonce i při intenzivní výživě. Jednostranné zaměření činnosti celého organismu dobytka tohoto typu má dopad i na ekonomiku výroby mléka (Botto, 1984).

Při nedostatečné výživě plemene dojného typu mohou dojnice produkovat mléko využíváním vlastních tělesných zdrojů živin, což může vést až k patologickému hubnutí a výraznému úbytku tělesné kondice, nazývanému kachexie. Za optimálních podmínek ošetřování a výživy je plodnost a pohlavní aktivita těchto zvířat dobrá. Jsou obvykle mírného temperamentu a snadno se ovládají a ošetřují (Frelich et al., 2001).

### 1.1.3 Mléčná užitkovost

U skotu je mléčná produkce nejvýznamnější a ekonomicky nejvýhodnější vlastností. Mléko se vytváří v žláznatých buňkách mléčné žlázy z živin dodávaných krví. Pro vytvoření jednoho litru mléka je zapotřebí, aby vemenem proteklo 300 až 500 litrů krve. Kravské mléko patří mezi mléka s obsahem kaseinu. Složení, výživná hodnota a objem

---

mléka jsou ovlivněny celou řadou faktorů, přičemž největší význam mají plemeno, struktura krmné dávky, reprodukční cyklus, chovatelská technika a způsob dojení (Matoušek et al., 1996).

V oblasti mléčné produkce skotu jsou klíčovými faktory dojivost a obsah tuku a bílkovin v mléce, na které se zaměřuje úsilí nejen v rámci produkčních postupů, ale i v chovu a selekci plemen (Kopecký et al., 1977). Schopnost dojnic produkovat mléko se nazývá dojivost, a vyjádření této vlastnosti v kg nebo litrech je označováno jako dojnost. Při produkci mléka jsou živiny využívány efektivněji než při výkrmu. U chovu mléčného skotu se z podaných živin v krmivu vrací ve vyrobených živočišných produktech 20–30 % energetické hodnoty, zatímco při výkrmu pouze 8–12 %. Tyto údaje jsou průměrným ukazatelem, neboť využití krmiva při mléčné produkci ovlivňuje mnoho faktorů, jako je množství produkce, doba dojení dojnic, úroveň odchovu telat a další. Produkce mléka a obsah tuku jsou dvě odlišné vlastnosti, které jsou málo vzájemně závislé a mohou se přenášet z rodičů na potomstvo v různých kombinacích. Úkolem plemenářské práce je vhodně kombinovat tyto vlastnosti v souladu s požadavky specifických chovných cílů jednotlivých plemen (Botto, 1984; Skládanka et al., 2014).

## **1.2 Charakteristika vysokoužitkových dojnic**

Jednou z hlavních charakteristik vysokoužitkových dojnic je jejich schopnost produkovat velké množství mléka během laktace. Průměrná produkce mléka za normovanou laktaci za rok 2022–2023 byla 9 569 kg s obsahem tuku 3,8–4,1 % a bílkovin 3,3–3,5 %. Plemeno s nejvyšší produkcí mléka (10 743 kg/rok) v ČR je holštýnský skot (Cmsch.cz, 2024). Tyto dojnice dosahují průměrných denních výtěžků mléka 30,07 kg (Staněk, 2023). Vysokoužitkové dojnice mají adekvátně i vysoké požadavky na množství dodaných živin, aby z nich mohly zajistit produkci odpovídající jejich genetickému potenciálu (Web2.mendelu.cz, 2024)

V metabolické charakteristice vysokoužitkových dojnic v období laktační zátěže dominuje zvýšená spotřeba glukózy v mléčné žláze pro syntézu mléčného cukru laktózy. Nedostatek zdrojů pro glukoneogenezi a zvýšené uvolnění neesterifikovaných mastných kyselin (NEMK) v souvislosti s využíváním tělního tuku pro krytí energetických potřeb může vést k nežádoucí zvýšené syntéze ketolátů. V souvislosti se zvýšenými energetickými nároky na začátku laktace se vysokoužitkové dojnice téměř fy-

---

ziologicky dostávají do negativní energetické bilance (NEB), která může trvat i několik týdnů. Metabolická zátěž spojená s NEB a vysokou produkcí mléka se projevuje poruchami energetického metabolismu, například ketózami nebo jaterní steatózou (Bradford et al., 2015).

### **1.3 Holštýnský skot**

Holštýnský skot je jedním z nejrozšířenějších chovných plemen na světě a je zaměřený především na produkci mléka. Toto plemeno je také známé pod synonymy jako holštýnsko-fríský nebo černostrakatý skot (Zootechnika.cz, 2009).

#### **1.3.1 Historie**

Holštýnský skot vznikl v nížinných oblastech Fríska, Šlesvicka a Holštýnska v severozápadním Německu. Původně bylo toto plemeno charakteristické převážně černostrakitou barvou a kombinovanou užitkovostí. Po roce 1861 došlo k masivnímu dovozu těchto plemen skotu do Severní Ameriky (USA, Kanada), což vedlo k rozdělení populace na americkou a evropskou. V Americe probíhala intenzivní selekce na typ a produkci mléka, zatímco v Evropě se udržovala kombinovaná užitkovost (Ceske-hovezi.cz, 2024).

Toto plemeno patří mezi populace s otevřeným chovem, což znamená, že chovatel v Japonsku nebo v Evropě má možnost využívat vynikající plemenné býky z jakéhokoli místa na světě (Zootechnika.cz, 2009).

V 50. a 60. letech minulého století začali chovatelé černostrakatého skotu v Evropě a dalších zemích masivně využívat sperma býků z Ameriky, kde bylo plemeno šlechtěno pro větší tělesnou konstituci a jednostranný zaměření na produkci mléka. Tento posun vedl k přechodu na mléčný typ zvířat a v mnoha zemích k přejmenování plemene na holštýnský skot (Holá, 2005). V důsledku otevření naší populace světu po roce 1990 se dramaticky rozšířil potenciál pro šlechtění. Díky dostupnosti široké nabídky býků převážně ze Severní Ameriky, dovozu plodných jalovic z Francie a Německa a současnému rozsáhlému využívání embryotransferu se holštýnské plemeno rychle rozšířilo po celé republice a v současnosti dominuje jako nejrozšířenější plemeno u nás. Toto plemeno je známé svou vysokou úrovní šlechtění zaměřenou na produkci mléka (Ceske-hovezi.cz, 2024).

I když jsou první záznamy o chovu černostrakatého skotu na území dnešní ČR datovány od roku 1830, masivnější dovozy začaly až v 60. a 70. letech minulého století. Přestože nebyla nakupována ta nejkvalitnější plemenná zvířata, bylo zřejmé,

---

že mají výhody ve výkonnosti a užitkovém typu. V roce 1980 bylo chováno 25 tisíc černostrakatých krav, což představovalo 1,83 % celkového počtu krav. Vytvoření domácí populace černostrakatého skotu prostřednictvím dovozu březích jalovic nebylo z finančních důvodů možné, a proto bylo zvoleno křížení s domácím strakatým plemenem, aby se vytvořila domácí populace bez velkých nákladů na devizové prostředky. Černostrakaté krávy a jejich kříženci byly využívány zejména ve velkých stájích s vysokou kapacitou. Po roce 1989 došlo k další vlně dovozů v letech 1991–1996, kdy bylo dovezeno více než 20 tisíc březích jalovic za významné dotační podpory státu. Importovaná zvířata byla vysoké kvality a stala se základem mnoha vynikajících stád. Od roku 1995, kdy holštýnské plemeno tvořilo 37,6 % počtu krav v kontrolním užitkovém programu, postupně roste jeho podíl (Holá, 2005).

Vzhledem k celosvětovému rozšíření tohoto plemene jsou stále různé šlechtitelské záměry a směry, které se liší v závislosti na různých chovatelských podmínkách a cílech. V současnosti se šlechtění holštýnského plemene zaměřuje na funkční exteriér a užitkový typ, což má za cíl zlepšit celkový zdravotní stav a odolnost zvířat (Agropress.cz, 2023).

První plemenné knihy černostrakatého nížinného skotu byly založeny v roce 1874 v Haagu a v roce 1879 v Leeuwarden pouze pro provincii Friesland. V Německu pak byla zřízena plemenná kniha v roce 1878 (Rysová, 2017). V roce 1990 z iniciativy chovatelů holštýnského skotu vznikl dřív svaz chovatelů černostrakatého skotu v ČR dnes již Svaz chovatelů holštýnského skotu ČR (Prýmas, 2021).

### **1.3.2 Exteriér**

Toto plemeno je charakterizováno velkým tělesným rámcem. Výška krav v kříži by se měla pohybovat v rozmezí 145–153 cm a jejich hmotnost by měla dosahovat přibližně 650–700 kg. Užitkový typ je převážně zaměřený na produkci mléka, má málo osvalené tělo obdélníkovitého tvaru, hluboký a prostorný hrudník a pevné končetiny (Cbsgen.cz, 2024). Vemeno má mít širokou dlouhou základnu, která sahá vysoko mezi zadní končetiny, má být pevně připojené, měkké a pružné (Špaček et al., 1987). Struky jsou pravidelné s výraznými povrchovými žilami (Gabriš a Brauner, 1987).

Toto plemeno je typické černostrakatým zbarvením s černou hlavou, často doplněnou bílou hvězdou nebo lysinou. Některá zvířata jsou nositelé recesivní alely, která dává zvířatům s homozygotně recesivním založením červenostrakaté zbarvení. Pro tyto zvířata se používá termín "červený holštýnský skot" (Red Holstein). V posledních desetiletích jsou tato zvířata využívána k zušlechťování zejména strakatých

---

kombinovaných plemen, ale také červenostrakatých a hnědých plemen (Motyčka, 2005).

Původní německé a holandské černostrakaté plemeno mělo charakteristickou černou hlavu s bílými odznaky. Nicméně, příměs holštýnsko-fríské krve vedla k nárůstu bílých skvrn na těle a hlavě těchto zvířat (Cbsgen.cz, 2024).

Pro hodnocení exteriéru holštýnského skotu v rámci chovu je používán lineární popis. Hlavní pozornost je zaměřena na funkční stav zadní části těla, končetin a vemene. Při hodnocení vemene se zohledňuje jeho velikost, tvar a upnutí, a dále se posuzuje utváření struků (Cbsgen.cz, 2024).

Plemenice mají lepší pastevní vlastnosti, jsou ale náročnější na řízení reprodukčního procesu. Co se týče produkce masa, dosahují nižší průměrné denní přírůstky a také nižší jateční výtěžnost (Vejščík et al., 2001).

### **1.3.3 Užítkovost holštýnského skotu**

Během posledních desetiletí se holštýnské plemeno stalo nejvýznamnějším dojeným plemenem skotu, které je zaměřeno zejména na vysokou produkci mléka. Bezesporu se tak stalo díky intenzivnímu šlechtění na mléčnou produkci, velmi dobré přizpůsobivosti k rozmanitým podmínkám chovu, zlepšování podmínek vnějšího prostředí, především výživy a celkového managementu stád. Díky těmto vlastnostem se holštýnský skot stal populárním na většině kontinentů, a to od severských oblastí u polárního kruhu až po teplé oblasti rovníkového pásma. Mezi oblasti s největším chovem patří Severní Amerika (USA, Kanada), Evropa (Německo, Francie, Holandsko, Dánsko, Anglie, Itálie, Španělsko), Austrálie a Nový Zéland (Motyčka, 2005).

V průběhu roku 2023 dosáhla průměrná produkce mléka u holštýnských krav a jejich kříženek v kontrole užítkovosti hodnoty 10 743 kg, s obsahem tuku 3,85 % a obsahem bílkovin 3,37 %. Se zvyšující se užítkovostí se také zvyšuje celkové množství tuku a bílkovin v mléce (Holstein.cz, 2023). V nejlepších chovech je dosahována průměrná užítkovost okolo 12 000 kg mléka za laktaci (Agropress.cz, 2023).

Holštýnské krávy jsou známé svými vysokými produkčními výkony, přičemž nejlepší krávy mohou dosahovat až 30 000 kg mléka za jednu laktaci. V období vrcholu laktace může prvotelka vyprodukovat mezi 30 a 50 kg mléka denně, zatímco starší krávy mohou vyprodukovat přes 80 kg mléka denně (Cbsgen.cz, 2024).

Ideální je, aby se holštýnské krávy poprvé otelily mezi 23. a 27. měsícem věku (Holstein.cz, 2024). Březost u holštýnského skotu trvá přibližně devět měsíců. Průměrná produktivní doba života holštýnského plemene se pohybuje kolem čtyř let.

---

V České republice je průměrná doba mezi jednotlivými oteleními zhruba 413 dní. Zdravá tele se při narození obvykle pohybuje v hmotnosti mezi 36 a 45 kg (Holsteina.com, 2024).

**Tabulka 1.1: Ukazatele holštýnského skotu v roce 2022–2023 (Cmsch.cz, 2024; Staněk, 2023)**

Průměrná užitkovost v ČR	10 743 kg
Obsah tuku	3,85 %
Obsah bílkovin	3,37 %
Mezidobí	392 dní
Věk při prvním otelení	23 měsíců 30 dní
Servis perioda	113 dní
Inseminační index	2,1

#### **1.4 Výživa skotu**

Výživa dojnic je specifická v tom, že musí zabezpečit dostatečné množství živin pro reprodukci a produkci mléka. Protože se v těle dojnic setkávají a případně sčítají (laktace s graviditou se překrývá zhruba 7 měsíců), požadavky na živiny a energii pro vysokou produkci mléka se musí skloubit s potřebami pro pravidelnou reprodukci. To činí výživu dojnic nejobtížnější z hlediska všech kategorií hospodářských zvířat (Web2.mendelu.cz, 2024).

Z hlediska reprodukčního cyklu rozlišujeme ve výživě a krmení dojnic dvě základní období, a to období laktace a období stání na sucho (Kopřiva et al., 1988).

#### **1.5 Období laktace**

Délka období produkce mléka po otelení se nazývá období laktace. Optimální doba laktace je 305 dní (Ježková, 2023). Laktace začíná porodem a končí zaprahnutím dojnic. Během laktace se denní produkce mléka postupně mění. Po porodu začne postupně narůstat a dosáhne svého vrcholu mezi 4. a 8. týdnem, poté zůstává na relativně stabilní úrovni a později začne postupně klesat. Významnější pokles se obvykle vyskytuje kolem 7. měsíce laktace. Z hlediska krmení se první období laktace, kdy dochází k nárůstu produkce mléka, poněkud liší od pozdějších fází. Toto období je často nazýváno obdobím rozdojování (Kopřiva et al., 1988).

---

## 1.6 Období stání na sucho

Délka doby stání na sucho je nejméně 8–10 týdnů. Zkrácení se projeví snížením hmotností narozených telat, neboť v tomto období tele přirůstá 60 % hmotnosti (Čermák et al., 1994). Období stání na sucho kratší než 40 dní nebo delší než 70 dní povede ke snížení produkce v další laktaci (Groupe-esa.com, 2024).

V období stání na sucho jsou tři fáze:

1. První 2 týdny. Strukový kanálek se pomalu uzavírá a zátka keratinu se vylučuje do strukového kanálku, aby se vytvořilo těsnění struku.
2. Klidová fáze ve středním období zaprahnutí. Alveolární buňky neodumírají, ale jednoduše kolabují, takže prostor uvnitř alveoly mizí a vemeno se skládá z většího podílu pojivové tkáně.
3. Poslední dva týdny před otelením. Nová sekreční tkáň se ukládá, když je kráva v období regenerace a je připravena na další otelení, a proto se celkové množství sekreční tkáně (a tedy i výtěžnost) z jedné laktace na druhou zvyšuje. Keratinová zátka se pomalu rozpouští a je připravena na začátek nového období laktace (Lely.com, 2024).

V průběhu suchostojného období u dojnice dochází k významným změnám, včetně urychlení růstu plodu, regenerace a růstu nových mléčných tkání ve vemeni, hormonálních změn a zvýšení metabolismu v těle dojnice, což zvyšuje fyzickou námahu. Pro chovatele je sledování tělesné kondice dojnice (BCS) během tranzitního období zásadní a velmi důležité. Doporučuje se hodnotit BCS dvakrát, poprvé při zaprahnutí a podruhé těsně před porodem. Hodnocení BCS je prováděno na bodové stupnici od 1 do 5. Při použití hodnocení BCS by chovatel měl respektovat obecná doporučení, která zahrnují, že hodnota BCS během období stání na sucho by měla být v rozmezí 3,25 až 3,50 bodů, zatímco před porodem by měla být mezi 3,50 až 3,75 bodů. Dojnice s BCS vyšší než 3,75 bodů při porodu jsou náchylné na ketózy a dysplazii slezu (Mudřík, 2013).

Překrmování krav v tomto období je velmi nežádoucí a může vést k vzniku syndromu tučných krav. Při nadměrném příjmu potravy se zvyšuje hmotnost telat, což může komplikovat porody a zpomalit involuci dělohy. Překrmování často způsobuje velké otoky vemene a časnou sekreci mléka. Základem stravy v této fázi by mělo být kvalitní seno, jak v zimním, tak v letním období. Nedostatek minerálních látek je častým problémem, který je vhodné řešit podáváním minerálního lizu. V posledních dvou týdnech před očekávaným porodem by mělo docházet k postupnému zvykání na jadrná



---

krmiva, přičemž denní příjem by měl být omezen na maximálně 3–4 kg podle roční produkce mléka. V tomto období je také důležité zajistit dostatečný přísun vody. Dojnice by měly být umístěny v porodním boxu nebo na prostorném stání s čistou a nezávadnou slámou (Čermák et al., 1994).

Dojnice by se měly do konce laktace před zaprahnutím dojit dvakrát denně, to znamená beze změny frekvence. Je optimální, když je dojnice již před zaprahnutím fyziologicky připravena a zvyklá na krmnou dávku. Nejlepší výsledky jsou dosaženy, pokud celkový nádoj při zaprahnutí nepřesahuje deset kilogramů mléka (Seydlová, 2011).

### **1.7 Tvorba mléka**

Vznik mléka začíná v mléčných alveolech krátce před porodem, během porodu nebo krátce po něm. V první fázi dochází k zvýšení enzymatické aktivity v sekrečních buňkách alveolů a k diferenciaci jejich buněčných organel. Tento proces je spojen s omezenou sekrecí mléka před porodem. V období porodu a bezprostředně po něm dochází k hojné sekreci všech složek mléka. V této fázi se ve mléčné žláze tvoří mlezivo, jehož složení se odlišuje od zralého mléka. Během průběhu laktace se složení mleziva postupně mění do složení zralého mléka (Bouška et al., 2006).

Některé prvky mléka jsou vytvářeny přímo v buňkách mléčných alveolů, zatímco jiné jsou přiváděny z krevního oběhu. Mnoho prekurzorů těchto složek je produkováno v játrech a transportováno k alveolárním buňkám prostřednictvím krve. Pro sekreci mléka je nezbytné intenzivní prokrvení mléčné žlázy. Přibližně 500 litrů krve protéká vemenem krávy na vytvoření 1 litru mléka. Každá sekreční buňka je schopna produkovat všechny složky mléka (Cibulka et al., 2004).

### **1.8 Sekrece mléka a jeho složení**

Sekrece zahrnuje syntézu jednotlivých složek mléka a jejich přenos do mléčných alveol. Proces tvorby mléka závisí nejen na fyziologických dějích uvnitř mléčné žlázy, ale můžeme ho považovat za projev fungování celého organismu. Zapojují se systémy krevního oběhu, trávení a dýchání, stejně jako činnost nervového a hormonálního systému (Louda et al., 2000).

Specifické látky, které jsou potřebné pro tvorbu mléka, jsou z trávicí soustavy krví přinášeny k alveolám. Mezi hlavní složky mléka patří bílkoviny, sacharidy, tuky, minerální látky a vitamíny.

---

Mléčné bílkoviny, především kasein a v menší míře laktalbumin a laktoglobulin, jsou především syntetizovány z volných aminokyselin obsažených v krvi (Louda et al., 2000).

Laktóza, jediný typ sacharidu obsažený v mléce, je produkována v sekrečním epitelu mléčné žlázy. Hlavním zdrojem pro tvorbu laktózy (70 až 80 %), je glukóza přítomná v krvi. Při každém průtoku laktujícími vemenem je z krve odebráno asi 25 % glukózy (Kopecký et al., 1981; Skládanka et al., 2014).

Mléčný tuk se tvoří syntézou z mastných kyselin. Hlavním zdrojem pro tvorbu nižších mastných kyselin je kyselina octová, která vzniká fermentační činností v bachoru. Tuk je přítomen v mléce ve formě tukových kuliček různých velikostí (1–10  $\mu$ ) (Skládanka et al., 2014).

Vitamíny jsou v mléce důležitou součástí a zahrnují zejména vitamíny A, B, C, D, E, K a kyselinu pantotenovou a listovou. Vitamíny skupiny B, které jsou produkovány mikroorganismy v bachoru, se v mléce vyskytují v relativně stabilních koncentracích, zatímco množství ostatních vitamínů je ovlivněno jejich příjmem z krmiva nebo množstvím zásob v těle (Sova et al., 1990).

Minerální látky jsou zastoupeny v mléce 0,65–0,78 %. Nejvyšší zastoupení má vápník, fosfor a draslík (Louda et al., 2000).

Další látky, které nejsou normální součástí mléka, mohou přecházet do mléka z krve. Mezi tyto látky patří těžké kovy, plísňové toxiny, pesticidy a různá léčiva. Pokud jsou krávy léčeny specifickými léky, zejména antibiotiky, nemůže se jejich mléko použít pro výrobu mléčných výrobků. Do mléka se mohou také dostávat aromatické látky obsažené v krmivech, které mohou způsobit neobvyklou vůni a chuť mléka. Některé z těchto látek vznikají fermentací v bachoru, ale protože jsou těkavé, stávají se součástí eruktovaných plynů. Mnoho těchto plynů je poté inhalováno a těkavé látky v nich snadno přecházejí do krve a následně jsou vylučovány do mléka (Cibulka et al., 2004).

Složení mléka je ovlivněno plemennou příslušností, individualitou krávy, stádiem mezidobí i délkou intervalu od předcházejícího dojení. V prvních 5 až 6 dnech po porodu se mléko nazývá mlezivo, známé také jako kolostrum. Mlezivo se od běžného mléka odlišuje vyšším obsahem sušiny, bílkovin, minerálních látek a také somatických buněk. Obsahuje také ochranné látky důležité pro telata (Louda et al., 2000).

---

## 1.9 Puerperium

Poporodní období, nazývané také puerperium, představuje časové rozmezí od porodu až po obnovení schopnosti nového početí. Během puerperia dochází k celkové regeneraci organismu po březosti a porodu. Hlavními procesy, které ovlivňují ukončení puerperia u krávy, zahrnují dokončení involuce dělohy a návrat k pohlavnímu cyklu (Doležel, 2009).

Klíčovým faktorem je rychlé fyziologické uzavření předchozího cyklu, což zahrnuje involuci reprodukčních orgánů, obnovení a stabilizaci ovariálních funkcí a nástup plně funkčního říjového cyklu (Jedlička, 2019).

Během raného puerperia, což je období od porodu do 14. dne, dochází k zmenšení dělohy, uzavření vnitřního hrdla děložního krčku a aktivaci hypofýzy, která může reagovat na signály hypothalamu a způsobit první ovulaci. Následuje pozdní puerperium, kdy by se měly na vaječnicích objevit cyklické změny, a toto období končí 28. dnem. Děloha je téměř vrácena do své původní velikosti před graviditou. Nicméně nejjemnější histologické změny přetrvávají ještě dalších 14 dní, až do 42. dne. Z toho důvodu je důležité nezapouštět dojnice do chovu dříve než 42 dní po otelení (Pařilová, 2007).

Zvíře je v období po porodu oslabeno vlivem předchozí březosti a samotného porodu, a současně musí zvládnout regeneraci porodních cest a začínající laktaci. Tato situace představuje významné zatížení vnitřního prostředí a imunity zvířete. V tomto čase jsou nejčastějšími patologickými stavy u mléčných krav metritida, mastitida, dislokace slezu, ketóza, hypokalcemie a problémy s končetinami. Každé z těchto onemocnění snižuje užitkovost zvířete a zvyšuje riziko dalších chorob. Obzvláště patologické stavy, které vyjadřují nerovnováhu metabolického stavu, jako je ketóza nebo hypokalcemie, zvyšují náchylnost k dalším onemocněním. Přestože včasná diagnóza těchto stavů zlepšuje účinnost léčby, minimalizuje utrpení zvířat, a zajišťuje jejich pohodu a snižuje ztráty v produkci (Doležal et al., 2006).

Úspěšné zvládnutí období po porodu je pro chovatele klíčové, a je důležité poskytnout plemenicím dostatečnou péči a zajistit jejich pohodu. Pokud není průběh puerperia bezproblémový, může to vést k problémům během následné laktace, což může negativně ovlivnit ekonomickou stránku chovu (Velechová, 2019).

Nesprávně zvládnuté období po porodu má za následek prodloužení inseminačního intervalu, servis periody a mezidobí, což nakonec vede k významným ekonomickým ztrátám. Aby bylo možné úspěšně zvládnout období po porodu, je nezbytné za-

---

jistit vhodné podmínky. To zahrnuje správné stání na sucho, přípravu na porod s důrazem na kondici plemenic, která by měla být na úrovni 3,5 až 3,75 bodů BCS (což znamená, že jsou vidět poslední tři žebra). Je důležité nedovolit, aby kondice překročila úroveň 4 body, což by mohlo způsobit problémy během období po porodu. Kvůli riziku infekce bakteriemi a následnému rozmnožení v děloze je nezbytné udržovat v porodnici hygienicky čisté prostředí. Porod by měl být pečlivě kontrolován, aby v případě komplikací mohla být rodícímu zvířeti poskytnuta odborná péče včas. Zvířata s obtížným porodem a zadrženým placentou je v prvních deseti dnech po porodu nutné věnovat zvýšenou pozornost (Vinkler, 2018).

### **1.10 Ketóza**

Ketóza je akutní, chronicky nebo subklinicky probíhající porucha energetického metabolismu charakterizovaná hyperketonémií, hyperketolaktií, hypoglykemií a tukovou degenerací jater. Ketóza patří mezi nejčastější a ekonomicky nejvýznamnější onemocnění vysokoprodukčních dojnic (Pechová, 2009).

#### **1.10.1 Patogeneze**

Toto onemocnění vzniká při nepřiměřené výživě dojnic zejména před porodem. Pokud jsou dojnice ve velmi dobré nebo příliš tučné kondici před porodem, dochází k energetickému deficitu v souvislosti s energetickým výdejem (laktace) a nedostatečným příjmem (negativní energetická bilance). Dojnice začíná tento energetický deficit kompenzovat zvýšeným využíváním živin ze svých rezerv a dochází k poklesu tělesné hmotnosti (ProfiPress, 2012). Během negativní energetické bilance dochází k masivnímu uvolňování tukových zásob, které jsou metabolizovány v játrech na energii. Kromě toho má dojnice vysoké požadavky na glukózu, která je produkována v játrech z necukerných zdrojů. To způsobuje značné zatížení jater. K dokončení přeměny uvolněných tuků na energii je potřeba oxalacetátu, který je však přednostně využíván pro tvorbu glukózy, což vede k tvorbě ketolátek (acetoacetát, aceton a kyselina beta-hydroxymáselná), které jsou alternativním zdrojem energie, ale při jejich nadbytku jsou toxické (Agropress.cz, 2018; Štolcová a Bartoň, 2019).

#### **1.10.2 Příčiny a průběh onemocnění**

Ketóza má negativní dopad na ekonomiku mlékárenského průmyslu v důsledku poklesu produkce mléka, snížené reprodukční schopnosti, zvýšené úmrtnosti a vyšších nákladů na diagnostiku a léčbu (Tehrani-Sharif et al., 2011). Navíc bylo prokázáno, že

---

krávy se subklinickou ketózou často produkují mléko s vyšším počtem somatických buněk (Overton, 2017).

Nejčastěji se vyskytuje v rané laktaci, kdy se dojnice dostávají do negativní energetické bilance. S nárůstem produkce mléka dramaticky roste potřeba glukózy, která je základem pro tvorbu mléčné laktózy. Uvolněné neesterifikované mastné kyseliny (NEMK) stimulují lipogenezi a ketogenezi v jaterních mitochondriích. Tyto ketolátky pak slouží jako alternativní zdroj energie (Veterinarni-lekari.cz, 2021). Přejídné období pro dojný skot je obvykle definováno jako 3 týdny před porodem až 3 týdny po porodu (Drackley, 1999). Většina nemocí a poruch, kterými kráva trpí, je v tomto období, přičemž nejnáchylnější doba je soustředěna kolem porodu (Tehrani-Sharif et al., 2011). Přejídné období stání na sucho, otelení a zahájení laktace je kritickým obdobím a je silným determinantem zdraví a užitkovosti dojnice po celou dobu laktace. Schopnost krávy řídit příjem a potřebu energie v tomto časovém období je jedním z důležitých přispěvatelů k úspěchu či neúspěchu laktace (Duffield et al., 2009).

### 1.10.3 Rozdělení

V literatuře existují dvě klasifikační schémata pro ketózu. První, která dělí ketózu na subklinickou (SCK) a klinickou (CK), je založena na měření hladin kyseliny beta-hydroxymáselné (BHB) v krvi, mléce nebo moči. Druhé klasifikační schéma rozděluje ketózu do tří typů: I, II a III (Bauer et al., 2023).

**Klinická ketóza (CK)** se obvykle objevuje spontánně u vnímavých vysokoprodukčních dojnic v období mezi 2. až 7. týdnem laktace (Baird, 1982). CK je charakterizována hyperketonémií, hypoglykemií a přítomností klinických příznaků zahrnujících nechutenství, ztrátu tělesné hmotnosti, sníženou produkci mléka a suché výkaly (Gordon et al., 2013). Klinická forma ketózy je obvykle rozpoznána při vyšších koncentracích BHB v krvi v rozmezí 2,6 až 3,0 mmol·l<sup>-1</sup> (Oetzel, 2007). Tělesná teplota zůstává normální (Baird, 1982).

**Subklinická ketóza (SCK)** je častým onemocněním, které se na většině mléčných farem objevuje v prvních třech týdnech laktace (Duffield, 2014). Její primární příčinou bývá přebytek energie v období stání na sucho (Kopecký, 2022). SCK je definována jako zvýšení ketolátek v krvi, moči nebo mléce, bez zjevných klinických příznaků onemocnění. U krav nedochází k snížení příjmu sušiny (Zhang a Ametaj, 2020). Zlatým standardem pro SCK je krevní kyselina beta-hydroxymáselná (BHB), která je stabilnější ketolátkou než aceton nebo acetoacetát (Tehrani-Sharif et al., 2011). Obecně

---

se SCK vztahuje na krávy s hladinami BHB v krvi v rozmezí od 1,2 do 1,4 mmol·l<sup>-1</sup> (Duffield et al., 2009). SCK způsobují ztráty v důsledku sníženého množství mléka, snížené plodnosti, zvýšeného klinického rizika onemocnění, zhoršené imunitní funkce a zvýšeného rizika utracení (Tehrani-Sharif et al., 2011). Subklinická ketóza způsobuje opožděný návrat reprodukčních funkcí k normálu po otelení, delší intervaly od otelení do prvního a posledního ošetření a zvýšenou frekvenci ovariálních cyst (Anderson, 1988). Vysokoprodukční stáda mohou mít až 50 % krav s subklinickou ketózou, přičemž se u 20–30 % postižených jedinců může vyvinout do klinické formy (Veterinarni-lekari.cz, 2021).

**Ketóza typu I** se vyskytuje u krav mezi třetím a šestým týdnem laktace, kdy je poptávka po energii, včetně glukózy, v důsledku nárůstu produkce mléka tak vysoká, že přesahuje schopnost těla uspokojit své potřeby z krmení (Delic et al., 2020). Uspokojení energetických potřeb těla je dosaženo zvýšením sekrece ketolátů, a hyperketonemie v tomto případě je doprovázena velmi nízkými hladinami inzulínu a glukózy v plazmě (Bauer et al., 2023). Krávy s ketózou I. typu prožívají hypoinzulinemii v době diagnózy hyperketonemie z důvodu chronické hypoglykémie v důsledku nedostatku prekurzorů glukózy pro produkci mléka. V tomto případě se prekurzory glukózy vstřebávají ze stravy (většinou propionát) nebo ze svalových bílkovin ve formě aminokyselin (Zhang a Ametaj, 2020).

**Ketóza typu II** nastává bezprostředně po porodu a je spojena s jaterní steatózou (Bauer et al., 2023). Krávy s ketózou typu II mají při diagnóze hyperketonemie vysoké koncentrace krevního inzulínu i glukózy (Holtenius a Holtenius, 1996). Přetrvávající obezita a nadměrné krmení v období stání na sucho jsou klíčovými faktory pro vznik této formy ketózy. Tato podoba ketózy, známá také jako "syndrom tučných krav", je však širší než pouhé ztučnění suchostojných krav. Zahrnuje všechny krávy, které zažívají negativní energetickou bilanci a začínají mobilizovat tělesné tuky před porodem nebo během něj (Oetzel, 2007).

**Ketóza typu III** je způsobena konzumací krmiva bohatého na ketogenní prekurzory (včetně kyseliny máselné), nízkým energetickým obsahem nebo vysokým obsahem bílkovin v denní dávce, stejně jako nízkou kvalitou siláže. Nástup ketózy typu I a typu II může být následován vznikem stavů, včetně acidózy bachoru a dislokace trávicího traktu (Bauer et al., 2023). Siláže ze senných plodin, které jsou řezány příliš mokré (nedostatečná doba zavadání nebo přímo řezané siláže) nebo které mají nízký obsah ve vodě rozpustných sacharidů mohou podporovat růst bakterií *Clostridium* sp.

---

Některé cukry obsažené v siláži jsou metabolizovány na kyselinu máselnou spíše než na preferovanou kyselinu mléčnou. U krav může dojít k rozvoji ketózy spojené se siláží obsahující kyselinu máselnou, pokud konzumují větší množství siláží, které prošly klostridiovou fermentací. Nicméně, zda se u krávy rozvine ketóza spojená s kyselinou máselnou, závisí také na množství spotřebované siláže a přítomnosti dalších rizikových faktorů, jako jsou časná laktace, acidóza bachoru, vysoká produkce mléka, nízká energetická hodnota a vysoký obsah bílkovin ve stravě (Oetzel, 2007).

Negativní dopady ketózy mohou zahrnovat sníženou dojivost, zhoršenou reprodukční schopnost (např. neplodnost), větší riziko jiných periparturientních onemocnění včetně posunutého slezu, kulhání, mastitidy, metritidy a zadržené placenty a vyšší míru vyrazení (Duffield et al., 2009; Ospina et al., 2010; Raboisson et al., 2014).

#### **1.10.4 Klinické příznaky**

Symptomy jsou velmi rozmanité a mohou se projevovat různou intenzitou buď na úrovni trávicího systému (digestivní forma) nebo na úrovni nervového systému (nervová forma). Klinické projevy mohou mít charakter akutní nebo chronický.

Náhlé nechutenství u nejlepších dojnic, provázené malátností, poklesem dojivosti a lízavkou, je typické pro digestivní formu. Dochází k útlumu činnosti předžaludků a střev, výkaly jsou suché a formované, později se objevují průjmy. Zhoršuje se celkový stav zvířat, kůže ztrácí pružnost, sliznice jsou bledé až žlutavé. Břišní objem se zmenšuje, játra jsou zvětšená. Zvířata rychle ztrácejí váhu, jejich dech, pot, moč a mléko získávají zápach po acetonu, a nakonec zůstávají ležet, což může vést k úhynu v důsledku vyčerpání.

Nervová forma se projevuje začínající podrážděností, nervozitou, častým střídáním polohy, křížením končetin a lekavostí, která může přejít v deprese nebo křeče. Nechutenství je doprovázena žvýkáním naprázdno, slintáním, vzájemným ohryzováním, pohazováním hlavou a skřípáním zubů. Zvířata se snaží posouvat dopředu, bučí, mají nepřirozený chůzi, naráží na překážky a mohou se zranit. Mohou se objevit křeče krku a hrudního svalstva a obrna nervů dolních končetin. Po záchvatu může následovat otupělost nebo úplné ochrnutí, komatózní stav a úhyn. Teplota těla se zprvu mírně zvyšuje, později klesá, srdeční tep se postupně zvyšuje na 80–90/min, dech je zrychlený (50–60/min), a nakonec může klesnout pod 10/min (Hofírek et al., 2009).

---

### 1.10.5 Prevence

Primární ketóze lze předcházet tím, že se zabrání negativní energetické bilanci u krav během období intenzivní laktace. Je důležité, aby krmná dávka obsahovala vyvážené množství živin. Po porodu je nezbytné zajistit, aby se bachorová mikroflóra přizpůsobila nové krmné dávce, což lze dosáhnout přidáním jádra do krmného režimu 2–3 týdny před porodem. V chovech s potenciálními problémy lze do krmné dávky zařadit glukoplastické látky (například propylenglykol, glycerol, propionáty) od posledních dnů před porodem až do 3 týdnů po něm. Ohroženým zvířatům by neměly být podávány siláže s vysokým obsahem kyseliny máselné. Důležitým preventivním opatřením je rovněž důsledná diferenciací krmné dávky podle výše užitkovosti a fáze reprodukčního cyklu, aby nedocházelo k velkým výkyvům hmotnosti dojníc v průběhu laktace (tloušťnutí dojníc v závěru laktace a v období stání na sucho) a následně rozvoji lipomobilizačního syndromu. Pro prevenci sekundární ketózy je nezbytné identifikovat přesnou příčinu sníženého příjmu krmiva a včas zahájit léčbu primárního onemocnění (Hofírek et al., 2009).

Ketóza, ať už ve formě klinické nebo subklinické, představuje v mléčných chovech skotu významné onemocnění, které může způsobit značné ekonomické ztráty. Preventivní opatření spočívá v poskytování vyvážené výživy, pečlivém managementu během období okoloporodního a pravidelném monitorování hladiny ketolátek v moči nebo mléce pomocí různých kvalitativních a semikvantitativních testů, nebo přímo v krvi pomocí laboratorních metod nebo přenosných detektorů (Veterinarni-lekari.cz, 2021).

### 1.11 Steatóza jater

Steatóza jater, známá také jako lipidóza nebo ztukovatění jater, je charakterizována nadměrným hromaděním tuku v buňkách jater. Zatímco normální obsah lipidů v játrech je kolem 5 %, u steatózy jater dochází k patologickému zvýšení této hodnoty na 20 až 45 %. Toto onemocnění obvykle nastává v prvním a druhém týdnu po porodu a může vést až k jaternímu kómatu a úhynu dojnice. Nadměrná lipolýza a následné hromaděním tuku v játrech se často vyskytuje u dojníc, které jsou ve velmi dobrém výživném stavu, protože mají větší zásoby tuku (Pechová, 1996).

#### 1.11.1 Patogeneze

Tyto dojnice po porodu přijímají omezené množství krmiva, což vede k prohloubení negativní energetické bilance a intenzivní mobilizaci tukových zásob. S tím souvisí



---

zvýšená lipomobilizace, což vede k zvýšenému výskytu neesterifikovaných mastných kyselin (NEMK) v krvi, které jsou transportovány do jater. V játrech mohou NEMK buď úplně oxidovat na oxid uhličitý, částečně oxidovat za vzniku ketolátek nebo esterifikovat na triacylglyceroly. Tyto triacylglyceroly mohou být částečně vylučovány z jaterních buněk ve formě lipoproteinů s velmi nízkou hustotou (VLDL), ale u přežvýkavců je tato sekrece velmi malá ve srovnání s jinými druhy. Většina vzniklých triacylglycerolů se proto hromadí v játrech a omezuje jejich normální funkci, což vede k porušení jaterní činnosti. Játra pak nemohou dostatečně syntetizovat glukózu, albumin a mají sníženou schopnost detoxikace (Štercová, 2011).

### **1.11.2 Klinické příznaky**

Jsou spíše obecného rázu, jako například velmi dobrý výživný stav, snížená odolnost vůči infekcím a zvýšený výskyt poruch v perinatálním a postnatálním období. Při těžkých akutních formách tohoto onemocnění se projevuje anorexie, pokles doживosti, svalový třes, zrychlení srdečního tepu, zvýšená frekvence dýchání, modravost sliznic až žloutnutí, ulehnutí, ztráta vědomí a apatie. V pokročilých stádiích onemocnění se někdy vyskytuje vysoká teplota (Pavlata, 2008).

### **1.11.3 Prevence**

Prevence steatózy jater zahrnuje širokou škálu faktorů, které mohou přispět k vzniku tohoto onemocnění. Klíčovým prvkem je výživa, která musí být vyvážená a odpovídat potřebám dojnic. Dále je důležitá kvalita krmiv, aby nedocházelo k podávání nekvalitních krmiv (zaplísňená, špatně konzervovaná, zaplevelená) a zabránit přístupu k toxickým látkám (těžkým kovům). Suplementace specifickými látkami, které ovlivňují metabolismus lipidů v játrech, jako je niacin, cholin, methionin a karnitin, může být užitečná, avšak optimální funkce bacheru je rozhodující pro jejich účinnost. Důležitou roli hraje také minimalizace stresorů a faktorů, které mohou ovlivnit pohodu zvířat. Včasná terapie jakýchkoli klinických onemocnění, která se u dojnic objeví, je též klíčová (Pechová, Franz a Hofírek, 2009).

## **1.12 Krev**

Je to tekutá tkáň, kolující v uzavřeném cévním systému obratlovců. Tvoří asi 8 % tělesné hmotnosti a zajišťuje tyto funkce:

- transport plynů (O<sub>2</sub> a CO<sub>2</sub>) mezi plicemi a tkáněmi těla, transport živin z trávicího ústrojí do tkání;
- transport metabolických zplodin z tkání do ledvin;

- 
- transport vitamínů, enzymů a hormonů z místa jejich vzniku nebo příjmu do tkání;
  - termoregulaci tkání a orgánů;
  - systém ochranných mechanismů buněčné i nebuněčné povahy proti mikrobům, jedům, cizím bílkovinám apod.;
  - regulace pH, osmotického tlaku, krevního tlaku a vody.

Jmenované funkce plní asi 50 % veškeré krve obíhající v cévách, dalších 50 % je uskladněno jako rezerva v orgánech (20 % v játrech, 15 % ve slezině, 10 % v kůži, 5 % v dalších orgánech). Rezerva má uplatnění při zvýšeném pracovním zatížení nebo náhlé ztrátě krve. Pokud by ztráta krve překročila 1/3 celkového objemu, hrozí smrt organismu (Jelínek et al., 2003; Sláma et al., 2015).

Všechny buňky, tkáně a orgány v těle živočichů potřebují nepřetržitý přívod kyslíku a živin pro svou existenci a správnou funkci a zároveň neustálé odstraňování odpadních látek, jako je kysličník uhličitý a další metabolické produkty. Při akumulaci těchto zplodin v těle mohou být škodlivé a je důležité je neustále odvádět nebo neutralizovat. Těmto klíčovým úkolům se věnuje krev jako tekutina, která neustále cirkuluje a provádí výměnu látek. Krev putuje skrze uzavřený systém trubic, kterým jsou krevní cévy. Tento uzavřený systém, ve kterém krev nepřetržitě obíhá, je znám jako krevní oběh, a je řízen srdcem, které zajistí nepřetržitý jednosměrný tok krve po celém těle (Vácha et al., 2013; Jelínek et al., 2003).

### **1.12.1 Vlastnosti a složení krve**

Barva krve je určena hemoglobinem, který se nachází v červených krvinkách. Její odstín může kolísat od jasně červené až po modravě fialovou v závislosti na obsahu kyslíku v hemoglobinu. Větší nasycení kyslíkem obvykle vede k jasnější červené barvě. Krevní plazma se může lišit od žlutavé po bezbarvou, což závisí na druhu zvířete. Barva je hlavně ovlivněna přítomností bilirubinu, což je vedlejší produkt rozkladu hemoglobinu. U skotu je obvykle krevní plazma žlutější (Reece, 2011).

Objem krve představuje 7–8 % celkové hmotnosti dospělého jedince (Cibulka et al., 2004). Objem krve je ovlivněn tělesným typem, tělesnou velikostí, věkem, pohlavím, plemenem, výživou, březostí, laktací, fyzickou a metabolickou aktivitou (Vetscraft.com, 2021). V klidovém stavu je pouze polovina krve přítomna v oběhovém systému, zatímco zbytek je uložen v rezervách těla, jako jsou játra, slezina a kůže. U březích krav se objem krve zvyšuje z 65 na 81 ml/kg tělesné hmotnosti (Pavlík, 2013).

---

Vazkost krve (viskozita) podmiňuje přítomnost krvinek a krevních proteinů. Důležitý je vzájemný poměr albuminů a globulinů. Klíčovým faktorem je poměr mezi albuminy a globuliny. Při srovnání s vodou jejíž vazkost je 1, je vazkost krve 4–5krát vyšší (Sova et al., 1990).

Osmotický tlak krve je regulován především množstvím solí a organických látek, jako je zejména NaCl a bílkoviny. U savců je běžná koncentrace NaCl přibližně 0,95 % a tlak kolem 680 kPa (Pavlík, 2013). Osmotický tlak má významný vliv na stav červených krvinek. Při nahrazování ztráty krve jinými roztoky preferujeme ty, které mají stejný (izotonický) tlak. Při vyšším tlaku (hypertonickém) se červené krvinky smršťují, což vede k ztrátě vody, zatímco při nižším tlaku (hypotonickém) bobtnají. Obě poruchy mohou vést k prasknutí krvinek a uvolnění hemoglobinu, což způsobuje zbarvení krve do lakové červeně. Tento jev se nazývá hemolýza a může být také způsoben účinky živočišných jedů (Sova et al., 1990).

Onkotický tlak krve vzniká díky přítomnosti bílkovin, nazývaných koloidy, v krevní plazmě, které působí proti intersticiu (vmezeřená tkáň, kterou tvoří řídké vazivo tkání a orgánů, kde probíhají cévy a nervy). Jeho hodnota se obvykle pohybuje mezi 3,3 a 4,0 kPa. Tento tlak má vliv na tvorbu tkáňového moku a na tvorbu moči v ledvinách. Spolu s hydrostatickým tlakem v cévách pomáhá udržovat konstantní objem tekutiny uvnitř cév (Cibulka et al., 2004).

Většina hospodářských zvířat udržuje pH krve v rozmezí 7,35 až 7,45. Stabilita pH je zajišťována několika nárazníkovými systémy krve, mezi něž patří systém hydrogenuhličitanový, hemoglobinový, proteinový a fosfátový (Sláma et al., 2015). Snížení pH způsobuje acidózu, která se projevuje symptomy jako ztráta vědomí až do stavu bezvědomí. Naopak, zvýšení pH nad 7,8 naznačuje alkalózu, která může vést k tetanickým křečím nebo dokonce k úmrtí (Sova et al., 1990).

Poměr objemu krvinek ke krevní plazmě nazýváme hematokrit (Vácha et al., 2013). Vzhledem k možnosti přesného odečtení počtu leukocytů a trombocytů nad sedimentovanými erytrocyty v tenkých vrstvách se hematokrit vnímá především jako ukazatel podílu erytrocytů v krvi. Hematokrit a počet erytrocytů nejsou vzájemně náhradními parametry, protože i při snížené hodnotě hematokritu může být počet erytrocytů v referenčních mezích, ačkoli současně může docházet k mikrocytóze (Doubek et al., 2007).

Přežvýkavci a zejména dojnice mají zvláštní postavení s ohledem na metabolismus glukózy kvůli masivní poptávce jejich mléčné žlázy po glukóze na začátku laktace

---

a trvalé změně mezi březostí a laktací (Mair et al., 2016). Hladina glukózy v krvi je označována jako glykémie a pohybuje se v závislosti na druhové příslušnosti v rozmezí od 3–7 mmol·l<sup>-1</sup> (Vácha et al., 2013). Vstup glukózy do systémové cirkulace může být buď prostřednictvím absorpce z gastrointestinálního traktu nebo prostřednictvím jaterní nebo renální glukoneogeneze (Aschenbach et al., 2010). Glukoneogeneze je klíčový proces pro vysokoprodukční dojnice, neboť představuje hlavní metodu zajištění dostatečného množství glukózy pro potřeby mléčné žlázy (Reynolds et al., 1988).

Kyselina mléčná v krvi se zvyšuje po těžké fyzické zátěži. Při podávání vyšších dávek snadno stravitelných sacharidů a hromadění kyseliny mléčné v bachoru dochází také k jejímu zvýšení v krevním oběhu (Jelínek et al., 2003). Hodnota kyseliny mléčné je 0–3,33 mmol·l<sup>-1</sup> (Hofírek et al., 2009).

Močovina je běžnou součástí krve a dalších tělesných tekutin. Močovina se syntetizuje v játrech a vylučuje se ledvinami do moče. Játra syntetizují močovinu z amoniaku, který vzniká rozkladem aminokyselin v bachoru a v menší míře z tkáňového proteinu (Otter, 2013). Je přirozenou součástí mléka a představuje část nebílkovinného dusíku, který je obvyklým prvkem mléka. Hladina močoviny v krvi se liší a závisí na příjmu bílkovin, energetickém příjmu a vylučování moči. Krmná dávka s vyšším obsahem bílkovin obvykle způsobuje zvýšení hladiny močoviny v krvi (Vet.upenn.edu, 2024). Její hodnota v krvi je 2,50–5,0 mmol·l<sup>-1</sup> (Hofírek et al., 2009). U dojnic bude močovina v krvi odrážet nejen katabolismus bílkovin v tělesných tkáních samotných přežvýkavců, tak i katabolismus bílkovin v bachoru způsobený bakteriemi. Rozklad bílkovin v bachoru uvolňuje amoniak, který může být buď využit samotnými bakteriemi v bachoru, nebo může být absorbován do krevního oběhu. Amoniak absorbovaný z bachoru musí podstoupit detoxikaci a být přeměněn na močovinu. První je degradace bílkovin v bachoru a druhým je degradace proteinu tkáněmi (Vet.upenn.edu, 2024). Zvýšené koncentrace močoviny v krvi se mohou objevit při určitých dietách, dehydrataci a poruše renální clearance. Posouzení významnosti zvýšených koncentrací se nejlépe provádí ve spojení s koncentracemi kreatininu v krvi (Otter, 2013).

Bilirubin je hlavním pigmentem žluči a vzniká rozpadem molekul hemu z erytrocytů. Hepatocyty absorbují bilirubin, který je pak konjugován a vylučován. Zvýšené hladiny bilirubinu se objevují v důsledku zvýšené produkce, jako je případ hemoly-

---

tické anémie nebo vnitřního krvácení, nebo v důsledku poruch vychytávání nebo konjugace hepatocytů, například při hepatitidě nebo jaterních onemocněních. Hlavní příčinou zvýšené hladiny bilirubinu u skotu je často hemolýza (Otter, 2013).

Cholesterol je transportován v těle formou lipoproteinů. Tato látka je klíčovou součástí buněčných membrán a slouží jako prekurzor pro syntézu žlučových kyselin a steroidních hormonů. Dále slouží jako zdroj vitamínu D (Vácha et al., 2013).

Lipidy jsou významným zdrojem energie ve výživě dojnic. Přebytek lipidů může negativně ovlivnit funkci bачoru a produkci mléka. Tuky se v potravě vyskytují ve formě triglyceridů obsahujících nasycené nebo nenasycené mastné kyseliny. Nenasycené mastné kyseliny, které mohou být toxické pro některé bakterie v bачoru, podléhají procesu biohydrogenace v bачoru, kde se stávají netoxickými nasycenými mastnými kyselinami. Když dojnice tráví tuky, mohou být tyto tuky použity jako zdroj energie, jako součást mléčného tuku nebo mohou být ukládány jako tělesný tuk. V případě negativní energetické bilance dojnice mohou odbourávat tělesný tuk k zajištění potřebné energie (Dairynz.co.nz., 2023). Nadměrné odbourávání zásobního tuku (lipolýza) a následná tvorba ketolátek však zatěžuje organismus dojnice, narušuje imunitu a snižuje výkonnost (Bradford et al., 2015).

Hlavní podíl v sušině krevní plazmy tvoří plazmatické bílkoviny, u skotu jsou v koncentraci 65–85 g·l<sup>-1</sup> (Hofírek et al., 2009). Plazmatické bílkoviny se dělí na albuminy, globuliny a fibrinogen. Globulinové frakce lze dále rozdělit na alfa-, beta- a gama-frakci, popřípadě až na subfrakce (alfa<sub>1</sub>, alfa<sub>2</sub>, apod.) (Sova et al., 1990). Plazmatické bílkoviny se tvoří většinou v játrech, imunoglobuliny jsou tvořeny B-lymfocyty, respektive plazmatickými buňkami (Vácha et al., 2013).

Funkce plazmatických bílkovin:

- a) jsou zdrojem tkáňových bílkovin, popřípadě mohou dočasně krátkodobě plnit funkci endogenního zdroje bílkovin při hladovění;
- b) uplatňují se při zajišťování stálosti vnitřního prostředí, při udržování koloidně osmotického tlaku a acidobazické rovnováhy;
- c) transportuje látky nepostradatelné v metabolických procesech;
- d) udržují stálý objem tělních tekutin;
- e) udržují suspenzní stabilitu krve;
- f) spolupůsobí při srážení krve (protrombin, fibrinogen);
- g) účastní se imunitních reakcí (především imunoglobuliny) (Sláma et al., 2015).

---

## 1.13 Krevní elementy

### 1.13.1 Červené krvinky

Červené krvinky (erythrocyty) jsou u savců bezjaderné, nepravými buňkami, což znamená, že nemají jádro, a jsou tedy s kulatým tvarem a vyhloubením uprostřed (bikonkávní). Hlavním účelem červených krvinek v těle je přenášet dýchací plyny mezi plímcemi, alveolami a tkáněmi (Cibulka et al., 2004), což zahrnuje transport kyslíku, oxidu uhličitého, aminokyselin, lipidů a dalších látek v krvi. Erythrocyty samy o sobě nejsou pohyblivé, ale jsou rozptýleny proudící krví po celém krevním oběhu (Kresan et al., 1979). Červené krvinky skotu mají šířku 5–6  $\mu\text{m}$ , s mírnou až střední fyziologickou anizocytózou (Adili et al., 2016).

Bikonkávní tvar erythrocytů savců je za normálních podmínek stabilní, ale může být také pozoruhodně zkroucený, když erythrocyty procházejí malými kapilárami. Kapiláry mohou mít průměr 3  $\mu\text{m}$ , což je velikost menší než erythrocyt. Kromě toho musí erythrocyty odolávat silným mechanickým silám z krevního řečiště ve velkých tepnách. Nicméně erythrocyty jsou díky svým buněčným vlastnostem skutečně stabilní buňky (Mmegias.webs.uvigo.es, 2024).

U skotu je v 1 litru krve 6–8 T (Cibulka et al., 2004). Počet červených krvinek je ovlivněn faktory jako je věk, pohlaví, dědičnost, roční období a další (Sova, et al., 1990). Počet červených krvinek v proudící krvi se řídí podle aktuálních požadavků na přívod kyslíku. Během klidu se počet červených krvinek snižuje o 25 % ve srovnání s pohybem (Koudela a Jílek, 1996). Erythrocyty mají relativně dlouhou životnost 130–160 dní (Roland et al., 2014).

Hlavní složkou erythrocytů je hemoglobin, což je červené krevní barvivo. Tvoří 90 % sušiny erythrocytů, zatímco zbývajících 10 % představují bílkoviny, lipidy, glukóza a minerály. Hemoglobin, jako hlavní součást erythrocytů, je konjugovanou bílkovinou patřící mezi chromoproteiny. Globin, což je druhově specifická bílkovina a tvoří 96 % hemoglobinu, zatímco zbylých 4 % tvoří hem, který je shodný u všech obratlovců (Cibulka et al., 2004). Hemoglobin představuje klíčovou složku erythrocytů, která je schopna vázat kyslík a uvolňovat ho podle potřeby. Dále se podílí na přenosu oxidu uhličitého a funguje jako důležitý nárazníkový systém krve. Centrálním atomem v hemu je železo, které se ve spojení s kyslíkem v plicích mění na oxyhemoglobin. Vazba je nepevná, reakce je vratná. Nedostatek železa v potravě může nakonec vést

---

k anémii. Ve tkáních se kyslík předá buňkám a oxyhemoglobin se redukuje zpět na hemoglobin. Hodnota hemoglobinu u skotu je  $120 \text{ g}\cdot\text{l}^{-1}$ , a závisí na mnoha faktorech, jako je věk, hmotnost, pohlaví, užítkovost, výživa, atmosférický tlak a zdravotní stav (Sova et al., 1990).

Proces tvorby červených krvinek se označuje jako erythropoéza. Před narozením se červené krvinky tvoří v játrech, slezině a kostní dřeni. Během postnatálního období, zejména během růstu a dospívání, je produkce červených krvinek omezena převážně na kostní dřeň (Reece, 2011).

Při tvorbě erytrocytů se zásadním způsobem podílejí aminokyseliny a železo, které jsou nezbytné pro syntézu hemoglobinu. Kromě toho jsou dalšími důležitými látkami biokatalyzátory, což jsou látky nezbytné pro syntézu složek erytrocytů, jako jsou měď, kobalt, vitamíny B12, B6, B2, C a kyselina listová, a také cytokiny, což jsou látky zprostředkovávající růst buněk. Po určité době jsou erytrocyty odstraněny z krevního oběhu. Změny antigenu na povrchu erytrocytů mohou ovlivnit jejich zachycení v retikulohistiocytárním systému sleziny, jater nebo kostní dřene (Cibulka et al., 2004).

Výchozí buňky (erytroblasty) jsou jaderné krvinky. Během dalšího vývoje je možné sledovat četné mezistupně (normoblast, retikulocyt atd.), krvinka se postupně zmenšuje, jádérko mizí, jádro se rozpadá, a nakonec vzniká zralá červená krvinka bez jádra (Sova et al., 1990).

Zánik a destrukce erytrocytů se dějí v retikulohistiocytárním systému v játrech, slezině, kostní dřeni a mízních uzlinách (Pavlík, 2013).

### **1.13.2 Bílé krvinky**

Bílé krvinky (leukocyty) jsou jaderné buňky, které se dělí do dvou hlavních skupin: granulocyty a agranulocyty (Cibulka et al., 2004). Nemají stálý tvar, jsou schopny se pohybovat i proti krevnímu proudu, prostupují i endotelem krevních vlásečnic, pronikají do mezibuněčných a tkáňových prostorů, putují v tělesných tkáních nebo vystupují na povrch sliznic (Nejedlý a Sláma, 1961).

Bílé krvinky mají klíčovou úlohu v obraně organismu proti mikrobům a infekcím. Bílé krvinky jsou vybaveny tzv. měňavkovitým pohybem, který jim umožňuje opustit krevní řečiště přes stěnu krevní vlásečnice a dostat se do mezibuněčných prostor, kde mohou pohltit a následně zpracovat mikroorganismy a jiné cizorodé částice pomocí fagocytózy (Koudela a Jílek, 1996). Primární činnost bílých krvinek se odehrává spíše

---

v tkáních než v krvi. Jsou proto přítomny v různých tkáních, přičemž se často koncentrují ve sliznicích a oblastech postižených infekcí. Krev je pro leukocyty v podstatě dopravním prostředkem (Kresan et al., 1979).

Počty leukocytů u skotu se pohybují kolem  $7,5 \text{ G}\cdot\text{l}^{-1}$ . Tyto počty se u jednotlivých zvířat výrazně liší a mohou se měnit jak z hodiny na hodinu, tak dokonce z minuty na minutu. Různé fyziologické faktory mohou ovlivňovat tyto změny, jako je fyzická aktivita (zvýšení), příjem potravy (tzv. alimentární leukocytóza po krmení), věk (mladší zvířata mají obvykle vyšší počet leukocytů než starší jedinci) a březost (zvýšení). Když celkový počet leukocytů překročí fyziologický rozsah, nazýváme to leukocytóza, a pokud klesne pod základní hodnoty, hovoříme o leukopénii. Leukocytóza obvykle nastává v případě infekčních zánětů nebo při sepsi (Sova et al., 1990).

V kostní dřeni z větvených buněk síťovitého vaziva, umístěnými mezi tukovými buňkami, probíhá tvorba bílých krvinek (leukopoéza).

**Granulocyty** jsou typem bílých krvinek se zrnitou protoplazmou a laločnatým jádrem. Vytvářejí se v kostní dřeni a mají krátkou životnost, obvykle jen několik dnů (nejvýše týden), přičemž při infekci mohou žít jen několik hodin. Na základě jejich reakce na barviva se dělíme na eozinofily, neutrofilie a bazofily (Toman et al., 2000).

**Neutrofilie** jsou nejdůležitější primární mobilní fagocyty v těle savců a hrají klíčovou roli při iniciaci vrozené, zánětlivé a specifické imunitní odpovědi (Mohammed et al., 2015). Jsou to krvinky obsahující jemné černohnědé granule, které se částečně barví bazickými a částečně kyselými barvivy (Kajerová et al., 2006). Je to nejčastější typ bílých krvinek. Jsou aktivní a pohybují se amébovitě, což znamená, že jsou schopny pronikat stěnou cév nebo tkáněmi (diapedéza). Mají schopnost fagocytovat mikroorganismy, které pronikly do organismu (Jelínek et al., 2003).

Tvoří přibližně 75 % všech leukocytů. Mají kulovitý tvar a jejich průměrná velikost se pohybuje mezi 9,0 a 12  $\mu\text{m}$  (Sláma et al., 2015). Neutrofilie z kostní dřene vstupují do krve, kde zůstávají v průměru 8 hodin (Wood, 2022).

**Eozinofily** fungují při zabíjení parazitů a obsahují také enzymy, které modulují produkty mastocytů uvolňované v reakci na antigen IgE receptor degranulace mastocytů při alergických onemocněních (Wood, 2022). Tyto buňky mají rozměry mezi 10 a 15  $\mu\text{m}$  a žijí přibližně 6 až 7 dní. Eozinofily přijímají kyselá barviva, barví se jasně červeně. Tvoří 3–7 % z celkového počtu bílých krvinek (Sláma et al., 2015). Koncentrují se na místech, kde do těla vstupují parazité a alergeny, jako jsou plíce a trávicí ústrojí. Mají omezenou schopnost fagocytózy (Cibulka et al., 2004).



---

**Bazofily** jsou buňky s rozměry 10–18  $\mu\text{m}$ , které obsahují granule, jež se tmavě modře barví při expozici zásaditým barvivům. V krvi a kostní dřeni jsou bazofilní granulocyty zastoupeny jen málo. V periferní krvi tvoří bazofily pouze 0–1 % všech leukocytů. V krvi setrvávají bazofily přibližně 12 hodin. Hrají hlavní roli při alergických reakcích. V cytoplazmě bazofilů se nacházejí velká granula obsahující histamin a heparin. Tyto látky vyvolávají lokální reakce v cévách a tkáních, jako je zvýšená propustnost cév, vasodilatace, stahy hladkých svalů a alergické reakce (Cibulka et al., 2004).

**Agranulocyty** jsou bílé krvinky, u kterých buď nejsou přítomna žádná zrníčka v cytoplazmě nebo jsou přítomna jen velmi vzácně. Tato skupina zahrnuje dva hlavní typy: monocyty a lymfocyty (Kajerová et al., 2006).

**Monocyty** jsou velké buňky (15–20  $\mu\text{m}$ ) s laločnatým jádrem. Monocyty se tvoří v kostní dřeni z monoblastů a poté se vyvinou na promonocyty a nakonec zralé monocyty. Monocyty vstupují do periferní krve na 24–36 hodin a vystupují do tkání, kde dozrávají na tkáňové makrofágy (Wood, 2022). Životnost makrofágů se může lišit podle typu tkáně, a může dosahovat i několika měsíců. Jsou součástí retikulohistiocytárního systému. Jsou efektivními fagocyty a vynikají svou rozsáhlou sekreční činností (interferon, enzymy, komplement) (Cibulka et al., 2004). Monocyty jsou charakterizovány amébovitým pohybem, vysokou schopností fagocytózy v krvi, ale hlavně v tkáních. Po vstupu do tkání se přeměňují na makrofágy a fagocytují všechny odumřelé buňky v těle (Reece, 2011). Dále se podílejí na regulaci hemopoézy (zdroj erythropoetinu) (Cibulka et al., 2004). Tvoří 3–5 % z celkového počtu bílých krvinek (Sláma et al., 2015).

**Lymfocyty** pocházejí z kmenových buněk kostní dřene a dozrávají v lymfatických uzlinách, slezině a dalších podepiteliálních lymfoidních tkáních (Wood, 2022).

Lymfocyty se rozdělují na T lymfocyty a B lymfocyty. T lymfocyty procházejí zralostí a diferenciací v thymu (brzlík), kde existují tři hlavní subpopulace T lymfocytů, které hrají roli v imunitních reakcích. Patří sem Th buňky (pomocné buňky), Tc buňky (cytotoxické buňky – účinní zabijáci) a Ts buňky (supresorové buňky – potlačující reakce). Lymfoidní buňky migrují z kostní dřene a thymu do sekundárních lymfatických orgánů, jako je slezina, lymfatické uzliny a lymfatická tkáň v trávicím a dýchacím systému. B lymfocyty rozpoznávají cizorodé látky a diferencují se do plazmatických buněk, které produkují protilátky (imunoglobuliny) s pomocí T lymfocytů. Lymfocyty

---

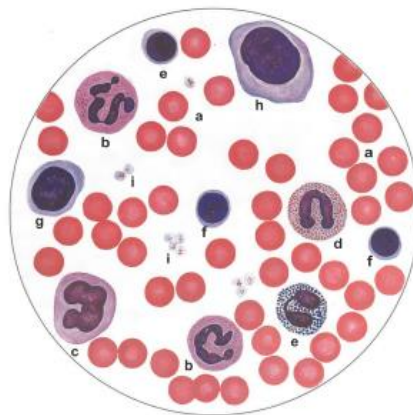
mohou žít měsíce, roky nebo dokonce celý život jedince (Cibulka et al., 2004). Lymfocytů je v krvi 50–65 % (Hofírek et al., 2009).

**Buňky NK** (přirození zabíječi) jsou typem buněk, které sdílejí společného předchůdce v kostní dřeni jako T a B lymfocyty. Tyto buňky patří do první linie obrany a účinkují proti buňkám nakaženými virem či nádorovým buňkám. Jsou charakterizovány jako velké granulózní lymfocyty (Cibulka et al., 2004).

### 1.13.3 Krevní destičky

Krevní destičky (trombocyty) představují fragmenty buněk vzniklých z megakaryocytů. Mají průměr obvykle mezi 2 a 4  $\mu\text{m}$  a tloušťku 0,5 až 1  $\mu\text{m}$ . Počet krevních destiček se liší mezi různými druhy a zanikají v retikulohistiocytárního systému. Počet trombocytů se zvyšuje během březosti, při fyzické námaze a pod vlivem hormonu adrenalinu. Průměrná doba života trombocytů je 3 až 5 dní (Pavlík, 2013). Trombocyty mají klíčovou roli při srážení krve a také při udržování celistvosti stěn cév a při hojení poranění. Dále, prostřednictvím růstových faktorů, ovlivňují dělení buněk hladké svaloviny cév. V trombocytech byly identifikovány tři typy granulí, které obsahují látky zásadní pro proces srážení krve a další důležité funkce spojené s jejich aktivitou (Cibulka et al., 2004).

U skotu je množství trombocytů 400–500 G v 1 litru krve (Cibulka et al., 2004).



**Obrázek 1.1: Krevní elementy (Jelínek et al., 2003)**

a – erytrocyt, b – neutrofil, d – eosinofil, e – bazofil, f – lymfocyt, h – monocyty, i – trombocyt

---

## **2 Materiál a metody**

Následující pasáž o rozsahu 2 stran je zatím z elektronické verze vypuštěna z důvodu budoucí publikace těchto dat v odborném časopise.

---

### **3 Výsledky a diskuse**

Následující pasáž o rozsahu 8 stran je zatím z elektronické verze vypuštěna z důvodu budoucí publikace těchto dat v odborném časopise.

---

## **Závěr**

Následující pasáž o rozsahu 1 strany je zatím z elektronické verze vypuštěna z důvodu budoucí publikace těchto dat v odborném časopise.

---

## Seznam použité literatury

Adili, N. et al. (2016). Species determination using the red blood cells morphometry in domestic animals. *Veterinary world*, 9(9):960–963.

Agropress.cz, (2018). *Poruchy energetického metabolismu*. [online] [cit. 24.02.2024]. Dostupné z: <https://www.agropress.cz/poruchy-energetickeho-metabolismu/>

Agropress.cz, (2023). *Holštýnský skot (černostrakatý skot)*. [online] [cit. 22.02.2024]. Dostupné z: <https://www.agropress.cz/holstynsky-skot-cernostrakaty-skot/>

Andersson, L. (1988). Subclinical ketosis in dairy cows. *The Veterinary clinics of North America*, 4(2):233–251.

Aschenbach, J.R. et al. (2010). Gluconeogenesis in dairy cows: The secret of making sweet milk from sour dough. *IUBMB Life*, 62:869–877.

Baird, G.D. (1982). Primary Ketosis in the High-Producing Dairy Cow: Clinical and Subklinická Disorders, Treatment, Prevention, and Outlook. *Journal of Dairy Science*, 65(1):1–10.

Bauer, E. A. et al. (2023). Gene association analysis of an osteopontin polymorphism and ketosis resistance in dairy cattle. *Scientific reports*, 13(21359).

Botto, V. (1984). *Chov hovädzieho dobytku*. První vydání. Priroda, Bratislava. ISBN 64-006-84.

Bouška, J. et al. (2006). *Chov dojeného skotu*. První vydání. Profi Press, Praha. ISBN 80-86726-16-9.

Bradford, B.J. et al. (2015). Invited review: Inflammation during the transition to lactation: New adventure with an old flame. *Journal of Dairy science*, 98(10):6631–6650.

Cbsgen.cz, (2024). *Charakteristika Holštýnského mléčného skotu*. [online] [cit. 22.02.2024]. Dostupné z: <https://www.cbsgen.cz/charakteristika-holstynsky-skot/>

Ceske-hovezi.cz, (2024). *Červené holštýnské*. [online] [cit. 22.02.2024]. Dostupné z: <https://www.ceske-hovezi.cz/plemeno/cervene-holstynske/>

---

---

Cibulka, J. et al. (2004). *Základy fyziologie hospodářských zvířat*. První vydání. Česká zemědělská univerzita, Praha. ISBN 978-80-213-1247-0.

Cmsch.cz, (2023). *Výsledky kontroly užítkovosti v České republice*. [online] [cit. 2.04.2024]. Dostupné z: <https://cmsch.sprinx.com/getmedia/CE8CE6BF-7EB6-49D1-8F7D-E1F9B688B704/document.aspx>

Čermák, B. et al. (1994). *Výživa a krmení hospodářských zvířat II. díl*. První vydání. Jihočeská univerzita zemědělská fakulta, České Budějovice. ISBN 80-7040-115-X.

Dairynz.co.nz, (2023). *Fats*. [online] [cit. 26.02.2024]. Dostupné z: <https://www.dairynz.co.nz/animal/nutrition/fats/>

Delic, B. et al. (2020). Metabolic adaptation in first week after calving and early prediction of ketosis type I and II in dairy cows. *Large Animal Review*, 26:51–55.

Doležal, R. et al. (2006). Monitoring zdravotního stavu krav v časném puerperiu. *Náš chov*, 5:33–36.

Doležel, R. (2009). Puerperium. In: Hofírek, B. et al. (Eds.). *Nemoci skotu*. První vydání. Česká buiatrická společnost, Brno, 563-564. ISBN 978-80-86542-19-5.

Doubek, J. et al. (2003). *Veterinární hematologie*. První vydání. Noviko a.s., Brno. ISBN 80-86542-02-5.

Doubek, J. et al. (2007). *Interpretace základních biochemických a hematologických nálezů u zvířat*. První vydání. NOVIKO a.s., Brno. ISBN 80-86542-16-5.

Drackley, J.K. (1999). ADSA Foundation Scholar Award. Biology of dairy cows during the transition period: the final frontier? *Journal of Dairy Science*, 82(11):2259–2273.

Duffield, T. (2014). Vliv subklinické ketózy na zdraví, produkci mléka, reprodukční schopnosti a brakaci zvířat. *Veterinářství*, 3:233–234.

Duffield, T.F. et al. (2009). Impact of hyperketonemia in early lactation dairy cows on health and production. *Journal of Dairy Science*, 92(2):571–580.

---

---

Esposito, G. et al. (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.

Frelich, J. et al. (2001). *Chov skotu*. První vydání. Jihočeská univerzita zemědělská fakulta, České Budějovice. ISBN 80-7040-512-0.

Gabriš, J. a Brauner, P. (1987). *Zootechnika pre veterinárnych medikov*. První vydání. Příroda, Bratislava. ISBN 064-048-87.

Gordon, J.L et al. (2013). Ketosis Treatment in Lacting Dairy Cattle. *Veterinary Clinics: Food Animal Practice*, 29(2):433–445.

Groupe-esa.com, (2024). *Dry period*. [online] [cit. 20.02.2024]. Dostupné z: [https://www.groupe-esa.com/ladmec/bricks\\_modules/brick01/co/ZBO\\_Brick01\\_7.html](https://www.groupe-esa.com/ladmec/bricks_modules/brick01/co/ZBO_Brick01_7.html)

Hanuš, O. (2014). *Ketózní mléčné ukazatele a jejich role v kontrole výskytu subklinické ketózy*. [online] mastitis.cz [cit. 2.04.2024]. Dostupné z: <https://www.mastitis.cz/store/14-ketozni-mlecne-ukazatele-a-jejich-role-v-kontrole-vyskytu-subklinikke-ketozy.pdf>

Hanuš, O. et al. (2010). *Stanovení a interpretace koncentrace ketonů v mléce*. [online] mlekarenskelisty.cz [cit. 2.04.2024]. Dostupné z: [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)

Hofírek, B. et al. (2009). *Nemoci skotu*. První vydání. Česká buiatrická společnost, Brno. ISBN 978-80-86542-19-5

Holá, J. (2005). *Skot – hovězí maso*. První vydání. Ministerstvo zemědělství ČR, Praha. ISBN 80-7084-429-9.

Holstein.cz, (2023). *Ročenka*. [online] [cit. 22.02.2024]. Dostupné z: <https://www.holstein.cz/cz/rocenky/423-roc-enka-2023-ku/file>

Holstein.cz, (2024). *O plemeni*. [online] [cit. 22.02.2024]. Dostupné z: <https://www.holstein.cz/cz/o-plemeni>

Holsteinusa.com, (2024). *Holstein breed characteristics*. [online] [cit. 22.02.2024]. Dostupné z: [https://www.holsteinusa.com/holstein\\_breed/breedhistory.html](https://www.holsteinusa.com/holstein_breed/breedhistory.html)

---



---

Holtenius, P., Holtenius K. (1996). New Aspects of Ketone Bodies in Energy Metabolism of Dairy Cows: A Review. *Journal of Veterinary Medicine Series A*, 43(1-10):579–587.

Jedlička, M. (2019). *Jak zvládnout puerperium*. [online] naschov.cz [cit. 20.02.2024]. Dostupné z: <https://naschov.cz/jak-zvladnout-puerperium/>

Jelínek, P. et al. (2003). *Fyziologie hospodářských zvířat*. První vydání. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, Brno. ISBN 80-7157-644-1

Ježková, A. (2023). *Ketóza u dojnic: co dělat a co ne*. [online] naschov.cz [cit. 26.02.2024]. Dostupné z: <https://naschov.cz/ketoz-a-u-dojnic-co-delat-a-co-ne/>

Ježková, A. (2023). *Pro a proti prodloužené laktaci u dojnic*. [online] naschov.cz [cit. 26.02.2024]. Dostupné z: <https://naschov.cz/pro-a-proti-prodlouzene-laktaci-u-dojnic/>

Kajerová, V. et al. (2006). Atlas hematologie zvířat [online] sosvet.cz [cit. 28.02.2024]. Dostupné z: [https://www.sosvet.cz/projekty/2006\\_hematologie/hematologie.pdf](https://www.sosvet.cz/projekty/2006_hematologie/hematologie.pdf)

Klein, S.L. et al. (2020). Genetic and nongenetic profiling of milk  $\beta$ -hydroxybutyrate and acetone and their associations with ketosis in Holstein cows. *Journal of Dairy Science*, 103(11):10332–10346.

Koeck, A. et al. (2014). Genetic analysis of milk  $\beta$ -hydroxybutyrate and its association with fat-to-protein ratio, body condition score, clinical ketosis, and displaced abomasum in early first lactation of Canadian holsteins. *Journal of Dairy Science*, 97(11):7286–7292.

Kopecký, F. (2022). *Nový pohled na tranzitní období*. [online] mikrop.cz [cit. 24.02.2024]. Dostupné z: <https://www.mikrop.cz/magazin/novy-pohled-na-tranzitni-obdobi~m1214>

Kopecký, J. et al. (1977). *Speciální chov hospodářských zvířat -1*. První vydání. Státní zemědělské nakladatelství, Praha. ISBN 07-102-77.

Kopecký, J. et al. (1981). *Chov skotu*. První vydání. Státní zemědělské nakladatelství, Praha. ISBN 07-115-81.

Kopřiva, A. et al. (1988). *Výživa a krmení hospodářských zvířat*. Druhé nezměněné vydání. Vysoká škola zemědělská, Brno. ISBN 55-942-88.

---

---

Koudela, K. a Jílek, F., (1996). *Biologické základy chovu zvířat*. První vydání. Provozně ekonomická fakulta, ČZU, Praha. ISBN 80-213-0307-7.

Kraft, W. a Dürr, U.M. (2001). *Klinická laboratorna diagnostika vo veterinárnej medicíne*. První vydání. Hajko a Hajková, Bratislava. ISBN 80-88700-51-5.

Kresan, J. et al. (1979). *Morfológia hospodárskych zvierat*. První vydání. Příroda, Bratislava. ISBN 64-070-79.

Lely.com, (2024). *Preparation for dry period pays offs*. [online] [cit. 26.02.2024]. Dostupné z: <https://www.lely.com/farming-insights/preparation-dry-period-pays/>

Louda, F. et al. (2000). *Chov skotu: přednášky*. První vydání. Česká zemědělská univerzita, Praha. ISBN 80-2130542-8.

Mair, B. et al. (2016). Glucose concentration in capillary blood of dairy cows obtained by a minimally invasive lancet technique and determined with three different handheld devices. *BMC veterinary research*, 12(34).

Matoušek, V. (1996). *Speciální zootechnika*. První vydání. Jihočeská univerzita zemědělská fakulta, České Budějovice. ISBN 80-7040-158-3.

Mmegias.webs.uvigo.es, (2024). *Erythrocyte*. [online] [cit. 28.02.2024]. Dostupné z: <https://mmegias.webs.uvigo.es/02-english/8-tipos-celulares/eritrocito.php>

Mohanned, A. et al. (2015). A comparative study on the blood and milk cell counts of healthy, subclinical, and clinical mastitis Karan Fries cows. *Veterinary world*, 8(5):685–689.

Motyčka, J. (2005). *Šlechtění holštýnského skotu*. [online] holstein.cz [cit. 22.02.2024]. Dostupné z: <https://www.holstein.cz/cz/soubory-ke-stazeni/slechteni/15-slechteni-holstynskeho-skotu/file>

Mudřík, Z. (2013). Tranzitní období a následná produkce. *Zemědělec*, 32:14–15.

Nejedlý, J. a Sláma, K. (1961). *Anatomie a fyziologie hospodárskych zvierat*. První vydání. Státní zemědělské nakladatelství, Praha ISBN 04/46.

---

---

Oetzel, G.R. (2007). *Herd-Level Ketosis-Diagnosis and Risk Factors*. [online] citeseerx.ist.psu.edu [cit. 28.02.2024]. Dostupné z: <https://citeseerx.ist.psu.edu/document?repid=rep1&type=pdf&doi=d6815e93b11713a264f0e7154fc6f477f1b0bcfd>

Ospina, P.A. et al. (2010). Evaluation of nonesterified fatty acids and  $\beta$ -hydroxybutyrate in transition dairy cattle in the northeastern United States: Critical thresholds for prediction of clinical diseases. *Journal of Dairy Science*, 93(2):546–554.

Otter, A. (2013). Diagnostic blood biochemistry and hematology in cattle. *In practice*. 35(1):7–16.

Overton, T.R. et al. (2017). A 100 – Year Review: Metabolic health indicators and management of dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 100(12):10398–10417.

Pařilová, M. (2007). Veterinární aspekty řízení reprodukce. *Náš chov*, 12:16–17.

Pavlatá, L. (2008). Diferenciální diagnostika syndromu ulehnutí u krav. *Veterinářství*, 1:43-51.

Pavlík, A. (2013). *Metody hodnocení vnitřního prostředí hospodářských zvířat*. První vydání. Mendelova univerzita, Brno. ISBN 978-80-7375-736-6.

Pechová A., Franz S., Hofírek B. (2009). Steatóza jater. In: Hofírek, B. et al. (Eds.). *Nemoci skotu*. První vydání. Česká buiatrická společnost, Brno, 563-564. ISBN 978-80-86542-19-5.

Pechová, A. (1996). Diagnostika steatózy jater a lipomobilizačního syndromu u skotu. *Veterinářství*, 12:528–530.

Pechová, A. (2009). Ketóza, Acetonemie. In: Hofírek, B. et al. (Eds.). *Nemoci skotu*. První vydání. Česká buiatrická společnost, Brno, 668-670. ISBN 978-80-86542-19-5.

ProfiPress. (2012). *Zásady výživy vysokoprodukčních dojnic*. [online] zemedelec.cz [cit. 26.02.2024]. Dostupné z: <https://zemedelec.cz/zasady-vyzivy-vysokoprodukcnich-dojnic/>

Prýmas, L. (2021). *Výsledky KU a šlechtění holštýnského skotu*. [online] naschov.cz [cit. 22.02.2024]. Dostupné z: <https://naschov.cz/vysledky-ku-a-slechteni-holstynskeho-skotu/>

---

---

Raboisson, D. et al. (2014). Diseases, reproductive performance change in milk production associated with subclinical ketosis in dairy cows: A metaanalysis and review. *Journal of Dairy Science*, 97(12):7547–7563.

Reece, W. O. (2011). *Fyziologie a funkční anatomie domácích zvířat*. Druhé rozšířené vydání. Grada Publishing, a.s., Praha. ISBN 978-80-247-3282-4.

Reynolds, Ch. K. et al. (1988). Net Portal-Drained Visceral and Hepatic Metabolism of Glucose, L-Lactate, and Nitrogenous Compounds in Lactating Holstein Cows. *Journal of Dairy Science*, 71(7):1803–1812.

Roland, L. et al. (2014). Hematology as a diagnostic tool in bovine medicine *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation*, 26(5):592–598.

Rysová, L. (2017). *Historie černostrakatého skotu, resp. Holštýnského plemena ve světě a u nás*. [online] agropress.cz [cit. 22.02.2024]. Dostupné z: <https://www.agropress.cz/historie-cernostrakateho-skotu-resp-holstynskeho-plemene-ve-svete-a-u-nas/>

Santschi, D.E. et al. (2016). Prevalence of elevated milk  $\beta$ -hydroxybutyrate concentrations in Holstein cows measured by Fourier-transform infrared analysis in Dairy Herd Improvement milk samples and association with milk yield and components. *Journal of Dairy Science*, 99(11):9263–9270.

Serrenho, R.C. et al. (2022). An investigation of blood, milk, and urine test patterns for the diagnosis of ketosis in dairy cows in early lactation. *Journal of Dairy Science*, 105(9):7719–7727.

Seydlová, R. (2011). Lze řešit zdravotní stav mléčné žlázy v období zaprahování? *Náš chov*, 2:72–74.

Skládanka, J. et al. (2014). *Chov strakatého skotu*. První vydání. Mendelova univerzita, Brno. ISBN 978-80-7509-258-8.

Sláma, P. et al. (2015). *Morfologie a fyziologie hospodářských zvířat*. První vydání. Mendelova Univerzita, Brno. ISBN 978-80-7509-337-0.

Sova, Z. et al. (1990). *Fyziologie hospodářských zvířat*. Druhé vydání. Státní zemědělské nakladatelství, Praha. ISBN 80-209-0092-6.

---

---

Staněk, S. (2023). *Ekonomika výroby mléka v ČR z rok 2022*. [online] mikrop.cz [cit. 4.04.2024]. Dostupné z: <https://www.mikrop.cz/magazin/ekonomika-vyroby-mleka-2022~m1554>

Špaček, F. et al. (1987). *Atlas plemen hospodářských zvířat*. První vydání. Státní zemědělské nakladatelství, Praha. ISBN 07-104-87.

Štercová, E. (2011). Výživa dojníc ve vztahu k prevenci metabolickým onemocnění. *Veterinářství*, 11:653-658.

Štolcová, M. a Bartoň, L. (2019). *Využití indikátorů negativní energetické bilance v managementu chovu dojeného skotu*. [online] ctpz.cz [cit. 28.02.2024]. Dostupné z: <https://www.ctpz.cz/vyzkum/vyuziti-indikatoru-negativni-energeticke-bilance-v-managementu-chovu-dojeneho-skotu-867>

Tehrani-Sharif, M. et al. (2011). Bovine subclinical ketosis in dairy herds in Nishaboor, Iran. *Comparative Clinical Pathology*, 21:1637–1641.

Toman, M. et al. (2000). *Veterinární imunologie*. První vydání. Grada Publishing, s.r.o., Praha. ISBN 80-7169-727-3.

Vácha, M. et al. (2013). *Srovnávací fyziologie živočichů*. První vydání. Masarykova univerzita Přírodovědecká fakulta, Brno. ISBN 978-80-210-3379-5.

Vejšík, A. et al. (2001). *Chov hospodářských zvířat*. První vydání. Jihočeská univerzita zemědělská fakulta, České Budějovice. ISBN 80-7040-514-7.

Velechová, J. (2019). *Zdraví skotu – produkční choroby*. [online] naschov.cz [cit. 24.02.2024]. Dostupné z: <https://naschov.cz/zdravi-skotu-produkcní-choroby/>

Vet.upenn.edu, (2024). *What is Urea*. [online] [cit. 28.02.2024]. Dostupné z: [https://www.vet.upenn.edu/docs/default-source/research/center-for-animal-health-productivity-\(cahp\)/introduction-to-mun.pdf?sfvrsn=4838e7ba\\_0](https://www.vet.upenn.edu/docs/default-source/research/center-for-animal-health-productivity-(cahp)/introduction-to-mun.pdf?sfvrsn=4838e7ba_0)

Veterinarni-lekari.cz, (2021). *Ketóza v chovech mléčného skotu a možnosti její diagnostiky*. [online] [cit. 26.02.2024]. Dostupné z: <https://www.veterinarni-lekari.cz/no-vinky/ketoza-v-chovech-mlecneho-skotu-a-moznosti-jeji-diagnostiky-126531>

Vetscraft.com, (2021). *Blood volume in animals*. [online] [cit. 28.02.2024]. Dostupné z: <https://www.vetscraft.com/blood-volume-in-animals/>

---

---

Vetvlcek.cz, (2014). *Stanovení ketoláték v kravském mléce*. [online] [cit. 26.02.2024]. Dostupné z: <https://www.vetvlcek.cz/wp-content/uploads/Stanoveni-ketolatek-v-kravskem-mlece.pdf>

Vinkler, A. (2018). *Puerperium*. [online] vvs.cz [cit. 24.02.2024]. Dostupné z: <https://www.vvs.cz/wp-content/uploads/2019/01/vinkler-puerperium.pdf>

Web2.mendelu.cz, (2024). *Chov skotu*. [online] [cit. 26.02.2024]. Dostupné z: [https://web2.mendelu.cz/af\\_291\\_projekty2/vseo/print.php?page=4617&typ=html](https://web2.mendelu.cz/af_291_projekty2/vseo/print.php?page=4617&typ=html)

Web2.mendelu.cz, (2024). *Technika krmení hospodářských zvířat*. [online] [cit. 24.02.2024]. Dostupné z: [https://web2.mendelu.cz/af\\_291\\_projekty2/vseo/print.php?page=6615&typ=html](https://web2.mendelu.cz/af_291_projekty2/vseo/print.php?page=6615&typ=html)

Wood, R.D. (2022). *Physiology of Leukocyte in Animals*. [online] msdvetmanual.com [cit. 28.02.2024]. Dostupné z: <https://www.msdvetmanual.com/circulatory-system/leukocyte-disorders/physiology-of-leukocytes-in-animals>

Zhang, G., Ametaj, B.N. (2020). Ketosis an Old Story Under a New Approach. *Dairy*, 1(1):42–60.

Zootechnika.cz, (2009). *Mléčná plemena skotu*. [online] [cit. 22.02.2024]. Dostupné z: <https://www.zootechnika.cz/clanky/chov-skotu/plemena-skotu/dojena-plemena-skotu.html>

---

---

## **Seznam obrázků**

Obrázek 1.1: Krevní elementy (Jelínek et al., 2003).....	34
--	----

---

## Seznam tabulek

Tabulka 1.1: Ukazatele holštýnského skotu v roce 2022-2023 (Cmsch.cz, 2024; Staněk, 2023) .....	15
---	----



---

## Seznam grafů

---

---

## Seznam použitých zkratek

ALP	alkalická fosfatáza
BCS	skóre tělesné kondice
BHB	kyselina beta-hydroxymáselná
CB	celková bílkovina
CK	klinická ketóza
Ery	erytrocyty
G	giga
GGT	gama-glutamyltransferáza
Gluk	glukóza
Gr	granulocyty
Hb	hemoglobin
Hk	hematokrit
Chol	cholesterol
IgE	imunoglobulin E
Le	leukocyty
Ly	lymfocyty
Mo	monocyty
Moč	močovina
n	počet
NEB	negativní energetická bilance
NEMK	neesterifikované mastné kyseliny
pH	vodíkový exponent
SCK	subklinická ketóza
SD	směrodatná odchylka
T	tera
Tc	cytotoxické buňky
Th	pomocné buňky
Triglyc	triglyceridy
Ts	supresorové buňky
VLDL	lipoprotein o velmi nízké hustotě
x	průměr

---