

**ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE**

**Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů**

**Katedra chovu hospodářských  
zvířat**

**Vzt'ah morfológie mliečnej žlazy, dojitelnosti a zloženia kravského  
mlieka**

Dizertačná práca

Doktorand:            Ing. Gašparík Matúš

Školiteľ:            doc. Ing. Stádník Luděk, Ph.D

Konzultant:        prof. Ing. Tančin Vladimír, DrSc.

Praha 2019

# OBSAH

1	Úvod.....	3
2	Literárny prehľad.....	5
2.1	Morfológia cecku.....	5
2.1.1	Dĺžka cecku.....	5
2.1.2	Hrúbka cecku.....	7
2.1.3	Cecková stena.....	8
2.1.4	Cecková cisterna.....	8
2.1.5	Ceckový kanálik.....	9
2.1.6	Meranie anatomických štruktúr cecku.....	12
2.2	Rizikové faktory dojenia s negatívnym vplyvom na morfológiu cecku.....	13
2.2.1	Síla podtlaku počas dojenia.....	13
2.2.2	Dojenie na prázdno.....	14
2.2.3	Bimodálny tok mlieka.....	18
2.2.4	Nastavenie pulzácie.....	19
2.2.5	Cecková guma.....	20
2.3	Využitie informácií o priebehu dojenia a analýzy mlieka pre detekciu zdravotne problemových zvierat.....	21
2.3.1.	Analýza vzoriek mlieka.....	22
2.3.2	Vzťahy medzi zložkami mlieka a intramamárnymi infekciami.....	23
2.3.3	Vzťah medzi PSB a intramamárnymi infekciami.....	24
2.3.4	Vzťahy medzi tokom mlieka a intramárnymi infekciami.....	25
2.3.5	Využitie dát s kontroly úžitkovosti pre detekciu zdravotne problémových dojníc.....	26
2.3.6	Využitie fenotypového zberu dát a genomiky pre šľachtenie dojníc s vyššou rezistenciou proti mastitíde.....	27
3	Hypotézy a ciele práce.....	29
4	Metodika práce.....	30

4.1 Farmy a zvieratá v teste.....	30
4.2 Zber dát o morfológií cecku .....	31
4.3 Získavanie dát o mlieku, parametroch dojenja a výskyte ochorení .....	32
4.4 Štatistické vyhodnotenie .....	33
4.4.1 Vyhodnotenie vplyvu dĺžky cecku na zdravie, nádoj a dĺžku dojenja .....	33
4.4.2 Vyhodnotenie faktorov ovplyvňujúce zmeny počas dojenja .....	34
4.4.3 Vyhodnotenie rizikových morfológických vlastností cecku .....	36
5 Výsledky.....	37
5.1 Dĺžka ceckov holštajnské plemeno .....	37
5.1.1 Základné štatistiky pre dĺžku ceckov .....	37
5.1.2 Hodnotené parametre mliečnej produkcie.....	38
5.1.3 Korelácie medzi sledovanými parametrami .....	39
5.1.4 Vplyv dĺžky ceckov a ďalších efektov na vybrané parametre .....	41
5.2 Dĺžka ceckov plemeno jersey.....	44
5.2.1 Základné štatistiky pre dĺžku ceckov .....	44
5.2.2 Hodnotené parametre mliečnej produkcie.....	45
5.2.3 Korelácie medzi hodnotenými parametrami .....	46
5.2.4 Vplyv dĺžky ceckov a ďalších efektov na vybrané parametre .....	48
5.3. Faktory ovplyvňujúce morfológické zmeny počas dojenja.....	50
5.3.1 Základné štatistiky a korelačná analýza .....	50
5.3.2 Vyhodnotenie vybraných efektov a ich interakcií na predlžovanie ceckov počas dojenja .....	53
5.3.3 Vplyv plemena na predlžovanie ceckov počas dojenja.....	55
5.3.4 Vplyv plemena a polohy ceckov na predlžovanie ceckov počas dojenja.....	55
5.3.5 Vplyv plemena a poradia laktácie na predlžovanie ceckov počas dojenja.....	57
5.3.6 Vplyv plemena a štádia laktácie na predlžovanie ceckov počas dojenja .....	58
5.4 Hrúbka cecku a vnútorné štruktúry pre holštajnské plemeno .....	61

5.4.1 Hrúbka cecku.....	61
5.4.2 Sledované vnútorné štruktúry.....	61
5.4.3 Nevhodné morfológické vlastnosti cecku a ich vplyv na zdravie vemena.....	62
5.5 Hrúbka cecku a vnútorné štruktúry Jersey plemeno .....	66
5.5.1 Hrúbka cecku.....	66
5.5.2 Sledované vnútorné štruktúry.....	67
5.5.3 Nevhodné morfológické vlastnosti cecku a ich vplyv na zdravie vemena.....	68
6 Diskusia.....	71
6.1 Nevhodne dlhé cecky .....	72
6.2 Faktory ovplyvňujúce morfológické zmeny počas dojenia.....	74
6.3 Nevhodné vlastnosti vnútornej morfológie ceckov .....	77
Záver a odporúčania pre prax.....	83
Vzniknuté publikácie.....	85
Zoznam skratiek .....	87
Prehľad použitej literatúry.....	88

## Čestné vyhlásenie

Podpísaný Matúš Gašparík vyhlasujem, že som dizertačnú prácu na tému „**Vztah morfológie mléčné žlázy, dojitelnosti a složení kravského mléka**“ vypracoval samostatne s použitím uvedenej literatúry. Všetky použité literárne zdroje som uviedol v zozname použitej literatúry.

.....  
Matúš Gašparík, Ing.

## **Pod'akovanie**

Touto cestou by som chcel poďakovať svojmu školiteľovi doc. Ing. Luďkovi Stádníkovi, Ph.D. a konzultantovi prof. Ing. Vladimírovi Tančinovi, DrSc. za pomoc, pripomienky, cenné rady a odborné vedenie, ktoré mi pomohli pri vypracovaní dizertačnej práce. Ďalej by som chcel poďakovať Ing. Jaromírovi Ducháčkovi, Ph.D. za jeho obrovskú pomoc a podporu počas celého doktorandského štúdia.

# 1 ÚVOD

Svetový trend je maximalizovať efektivitu výroby mlieka. Aj kvôli tomu môžeme pozorovať dlhodobý trend nárastu populácie mliečnych plemien s najvyššou úžitkovosťou – holštajnské plemeno (najvyššia úžitkovosť) a plemeno jersey (najvyššia relatívna úžitkovosť) – či už vo svete alebo v Českej republike. Jeden z kľúčových prvkov možnosti minimalizácie cien mlieka je veterinárna starostlivosť. Zdravé dojnice dávajú viac mlieka vyššej kvality a sú menej ekonomicky náročné na chov v porovnaní s kravami, ktoré potrebujú veterinárnu starostlivosť (Pařilová et al., 2010).

Viacero autorov v minulosti (Seykora a McDaniel, 1985; Monardes et al., 1990; Bader et al., 2001; Dragossy, 2001) zdôraznilo dôležitosť zlepšovania morfológie vemena, z dôvodu vyššej náchylnosti na mastitídu u dojníc zo zle utváraným vemenom. Najžiadanejšie sú dojnice s vyšším upnutím vemena, výraznejším závesným väzom, pevnejším upnutím vemena a stredne dlhými ceckami, ktoré sú umiestnené ku stredu vemena (Němcová et al., 2007). Napríklad príliš krátke, prípadne veľmi dlhé cecky sú často spájané s problémami pri dojení, ktoré sa neskôr odrážajú v znížení celkovej imunity vemena a zhoršovaní zdravotného stavu dojníc (Rasby, 2002; Tančín a Tančinová, 2008; Strapák et al., 2015). Nevhodné morfologické vlastnosti cecku s ohľadom na zdravie vemena boli identifikované aj pre ceckový kanálik (Lacy-Hulbert a Hillerton, 1995; Celik et al., 2008) a hrúbku cecku (Slettbakk et al., 1995; Guarín a Ruegg, 2016).

Anatomické charakteristiky ceckov majú taktiež pozitívnu koreláciu s tokom mlieka počas dojenja a môžu byť použité pre identifikáciu jedincov so zdravotnými problémami vemena a zvýšeným rizikom pre vznik mastitídy (Tančín et al., 2007a). Počas dojenja sily pôsobiace na cecok spôsobujú fyziologické a patologické zmeny, ktoré môžu pôsobiť proti obranným mechanizmom vemena. Následne, cecky môžu byť citlivejšie na prienik patogénov a vznik intramamárnych infekcií (Zwertvaegher et al., 2011). Preto stav cecku hrá významnú úlohu pri vzniku mastitídy (Gleeson et al., 2004; Bhutto et al., 2010). Pre hodnotenie a sledovanie morfológie cecku je možné využiť viacero nástrojov, ale v posledných rokoch si ultrasonografia získala vysokú popularitu ako diagnostický a výskumný nástroj (Szencziová a Strapák, 2012). Ultrasonografia umožňuje meranie širokej škály ceckových tkanív a štruktúr, vrátane dĺžky kanálika, priemeru cisterny, hrúbku steny a priemeru cecku (Gleeson et al., 2004).

Hlavný dôvod pre znovu preskúmanie týchto vzťahov je každoročný pokrok v zlepšovaní technológie dojenja, dojacích zariadení a ich prispôsobovanie k fyziológii dojníc. Identifikácia rizikových dojníc na základe nevhodnej morfológie vemena by umožnilo selektívnu aplikáciu preventívnych opatrení, a tým pádom efektívnej predchádzanie vzniku intramamárnych ochorení bez ohrozenia produkcie mlieka a celkového zdravia v stáde.



## 2 LITERÁRNY PREHĽAD

### 2.1 MORFOLÓGIA CECKU

Monardes et al. (1990) zdôraznil dôležitosť šľachtenia na zlepšenie štrukturálnych proporcií vemena, hlavne z dôvodu vyššej náchylnosti na incidenciu mastitíd u kráv s nevhodne formovaným vemenom. Tieto zistenia boli potvrdené viacerými štúdiami (Seykora a McDaniel, 1985; Bader et al., 2001; Dragossy, 2001), v ktorých pozorovali nižšie riziko vzniku mastitíd u dojených kráv s dobrou formáciou vemena. V priebehu posledných 40 tich rokov sa v dôsledku intenzívnej selekcie zlepšil tvar vemena a poloha ceckov. V priemere však došlo k skráteniu dĺžky ceckov (cca o 10 mm) a ich hrúbky (cca o 5 mm) (Tančin a Tančinová, 2008).

Morfológia cecku sa mení počas produkčného života dojnice a to hlavne opakovaným vplyvom dojenia (du Le et al., 1994; Strapák et al., 2015). Okrem podmienok dojenia je ovplyvnená aj inými faktormi ako napríklad plemenom (Klein et al., 2005), vekom (Celik et al., 2008), počtom laktácií (Szencziová et al., 2013) alebo štádiom laktácie (Gleeson et al., 2005). Nasledujúce kapitoly budú venované funkcií a rozmerom sledovaných morfológických štruktúr cecku a ich vplyvom na zdravie vemena a iné ekonomicky dôležité faktory mliečnej produkcie.

#### 2.1.1 Dĺžka cecku

Dĺžka cecku je jeden zo základných parametrov lineárneho hodnotenia mliečnych plemien. Napríklad Svetová Holštajnsko-Frížska Federácia (WHFF) považuje 40-60 mm dlhé cecky sa optimálne. Ako referenčné body sa používajú predné cecky (Hamoen, 2016). Zadné cecky sú všeobecne kratšie (Weiss et al., 2004) a sú citlivejšie na mastitídu (Tančin et al., 2007a). Podľa WHFF by mal byť pomer dĺžky medzi zadnými a prednými ceckami vyšší ako 0,90 (Hamoen, 2016).

Zwertvaegher et al. (2012) poukázal na veľké rozdiely v dĺžke ceckov medzi kravami mliečnych plemien a taktiež na veľké rozdiely medzi jednotlivými štvrtkami. Nežiaduca dĺžka ceckov je stále vysoko početná v produkčných stádach (Zwertvaegher et al., 2012). Stádnik et al. (2010) síce pozorovali vhodnú priemernú dĺžku ceckov v pozorovanej skupine holštajnských dojníc na úrovni 53.7 mm, avšak dĺžka jednotlivých ceckov sa pohybovala od 32 do 94 mm. Viacero autorov pozorovalo problémy zo zdravím vemena v prípade, že cecky sú príliš krátke alebo príliš dlhé (Seykora a McDaniel, 1985; Strapák et al. 2015; Pisestyani et al.,

2016). Asymetria ceckov jednotlivých štvrtiek taktiež môže výrazne prispieť k vzniku nových prípadov mastitíd (Klaas et al., 2004).

Všeobecne platí, že dojnice majú najkratšie cecky na začiatku prvej laktácie, s postupným nárastom v ich dĺžke s vekom. Vplyvom opakovaného dojenia môže dojsť k nárastu cecku o 2,1 mm (du Le et al., 1994), prípadne 2,7 mm (Strapák et al., 2015) za laktáciu. Cecky majú tendenciu sa predlžovať počas individuálneho dojenia (Gleeson et al., 2004), avšak v štúdií Hamann et al. (1993) pozorovali priemerné skrátenie ceckov. V tejto štúdií došlo ku kontinuálnemu skracovaniu ceckov zo zvyšujúcou sa úrovňou podtlaku. Predĺženie ceckov vplyvom dojenia môže byť ovplyvnené váhou dojacej súpravy, nádojom, dĺžkou dojenia (Gleeson et al., 2004), silou podtlaku (Hamann et al., 1993) alebo použitou ceckovou gumou (Zwertvaegher et al., 2011). Gleeson et al. (2004) pozorovali priemerné predĺženie ceckov o 5,17 mm až 11,62 mm pre rôzne skupiny dojníc roztriedených na základe použitého podtlaku a ceckových gúm. Na druhej strane, v štúdií Guarín a Ruegg (2016) došlo k priemernému predĺženiu len o 2,6 mm (zo 48,1 mm na 50,7 mm).

#### *2.1.1.1 Vplyv dĺžky cecku na parametre dojiteľnosti a zdravia vemena*

Coban et al. (2009) našiel pozitívne, ale malé a štatisticky nevýznamné, vzťahy medzi PSB (počet somatických buniek) a dĺžkou cecku. Podobne aj Ptak et al. (2011) zistil len nízke genetické korelácie medzi dĺžkou cecku a PSB. Nižší PSB a lepšie zdravie vemena pre krátke cecky boli taktiež pozorované aj v iných štúdiách (Klaas et al., 2004; Singh et al., 2014). Berry et al. (2004) ale poznamenal, že zvýšené PSB u dojníc s dlhými ceckami môže byť spôsobené aj vyšším rizikom poranenia cecku pri príprave, dojení a ustajnení. Na druhej strane, Strapák et al. (2015) pozoroval lepšie zdravie vemena a nižší PSB u dojníc z dlhými ceckami.

Rozdielne závery prichádzajúce z odbornej literatúry ohľadne možného vzťahu medzi PSB a dĺžky cecku môžu byť pravdepodobne vysvetlené rozdielnymi plemenami a ceckovými gumami použitými v jednotlivých pokusoch. V tomto prípade by záležalo na hĺbke prieniku cecku do ceckovej gumy. Tým pádom by dlhý cecek mohol mať nižšie riziko na vznik mastitídy, ak by jeho prienik do ceckovej gumy bol akurát hlboký pre správne fungovanie ceckovej gumy a masážovania cecku počas dojenia.

Weiss et al. (2004) nepozoroval žiadne korelácie medzi parametrami dojiteľnosti a externe merateľnými ceckovými štruktúrami. Na druhej strane, štúdie Rogers a Spencer (1991) a Tilki et al. (2005) našli slabé negatívne korelácie medzi tokom mlieka a dĺžkou cecku.

### 2.1.2 Hrúbka cecku

V štúdií Guarín et al. (2017) na holštajnských dojniciach sa priemerná hrúbka cecku na jednotlivých testovaných farmách pohybovala medzi 21,2 mm až 23,4 mm pre stred cecku a 17,5 mm až 20,3 mm pre koniec cecku. So zvyšujúcim sa poradím laktácie môžeme pozorovať narastajúcu hrúbku ceckov. Predné cecky sú všeobecne hrubšie ako zadné cecky (Seykora a McDaniel, 1985; Tilki et al., 2005; Guarín a Ruegg, 2016). Plemeno má výrazný vplyv na celkovú hrúbku cecka a šírku ceckovej steny a tieto parametre majú preukázaný vplyv na počet somatických buniek v mlieku (Sekere, 2009).

Zmena hrúbky cecku je len minimálna pri odoberaní mlieka cez katéter (Hamann a Mein, 1990) alebo ručným dojením (Gleeson et al., 2002). Avšak, pri strojovom dojení dochádza k výraznejším zmenám ceckového tkaniva vplyvom dojenia. Sledovaním rozsahu zmien hrúbky cecku môžeme napríklad skontrolovať aj efektivitu nastavenej pulzácie, kedy Hamann a Mein (1996) odporúčajú ako indikátor efektívnej pulzácie zmeny v hrúbke do 5%. Sila podtlaku ovplyvňuje zmeny v hrúbke cecku a Hamann et al. (1993) pozoroval výrazné zhrubnutie pri vysokom podtlaku (40 kPa a 50 kPa) oproti nízkemu podtlaku (25 kPa a 30 kPa), pri ktorom nedošlo k zmene hrúbky cecku. Podľa O'Callaghan (2001) k zhrubnutiu cecku dochádza kvôli expanzií cecku po nasadení dojacej súpravy, aby vyplnil vnútro ceckovej gummy. Toto tvrdenie súhlasí s výsledkami štúdie Gleeson et al. (2004), kedy najväčšie zhrubnutie bolo pozorované pri použití širšej ceckovej gummy.

Zecconi (1992) pozoroval zvýšený výskyt infekcií a vyššiu frekvenciu patogénnymi kolonizovaných kanálikov u štvrtiek, kde nastala viac ako 5% zmena hrúbky konca cecku. V štúdií Slettback et al. (1995) taktiež poukázali na zvýšený výskyt mastitíd u dojníc, ktoré majú hrubší priemer konca cecku ako priemer stáda. Jedno z možných vysvetlení je, že cecky s vyšším priemerom pri ich ukončení majú tendenciu mať väčší ceckový otvor a širšie ceckové kanáliky (Chrystal et al., 1999; Paulrud, 2005a). Guarín a Ruegg (2016) vo svojej štúdií demonštrovali, že zmena v hrúbke konca predných ceckov o 1 mm spôsobuje 20% zvýšenie rizika vzniku klinickej mastitídy, avšak toto nebolo pozorované pre zadné páry ceckov. O rok neskôr vo svojej štúdií Guarín et al. (2017) potvrdil negatívny dopad zvyšujúcej sa hrúbky konca cecku na PSB, avšak iba pre predné cecky. Avšak, PSB mal tendenciu sa znižovať zo zvyšujúcou sa hrúbkou strednej časti cecku. Na druhej strane, Zwertvaegher et al. (2013a) vo svojej štúdií poukázali na zvýšený PSB u ceckov z pozitívnymi zmenami (hrúbka cecku sa

zvýšila vplyvom dojenia) zmenami v hrúbke strednej časti cecku v porovnaní z dojnicami z negatívnymi zmenami (hrúbka cecku sa znížila vplyvom dojenia).

### **2.1.3 Cecková stena**

Stenu cecku (papilla mammae) tvorí spojivová slizničná väzivová vrstva, ktorá na vnútornom konci ceckového kanálka vytvára Fürstenburgovú rosettu. Stena lúmenu cecku je pokrytá dvojvrstvom cylindrickým epitelom (Hluchý et al., 1999). Nesekrečné epitelové bunky vystielajúce ceckovú cisternu mliečnej žľazy produkujú pseudopódie, ktoré sú schopné fagocytovať guľôčky mliečneho tuku a kazeínové micely. Táto vlastnosť môže hrať rolu v ochrane vemena pred baktériami (Tančin a Tančinová, 2008).

Priemerná hrúbka pred dojením sa pohybuje v hodnotách od 5,5 mm (Paulrud et al., 2005b), 7,67 mm (Neijenhuis et al., 2001a), 6,17 mm až do 7,21 mm (Strapák et al., 2015), 6 mm až 6,7 mm (Sekere et al., 2009). Všeobecne má stena cecku tendenciu zhrubnúť vplyvom dojenia o 20 až 50% (Paulrud et al., 2005b), resp. 34% (Neijenhuis et al., 2001a), 23-24% (Strapák et al., 2015). Zmeny hrúbky steny cecku spolu so zmenami šírky ceckovej cisterny sa prirodzene premietajú do zmien hrúbky cecku v stredovej časti. Pri nízkej úrovni podtlaku tieto zmeny ceckového tkaniva odpovedajú hlavne na vyprázdnenie vemena. Zatiaľ čo, pri vyššej úrovni podtlaku dochádza k výraznejšiemu nárastu hrúbky steny cecku, čo svedčí o zhoršenej cirkulácii tekutín v cecku a prítomnosti edémov vyvolaných dojením (Hamann et al., 1993).

### **2.1.4 Cecková cisterna**

Mliečna cisterna je dutina, v ktorej sa mlieko zhromažďuje pred dojením alebo cicaním. Cecková časť mliečnej cisterny je pokračovaním žľazovej cisterny, je zúžená a nachádza sa v základni cecku. Žľaznatá a cecková časť mliečnej cisterny spolu súvisia a hranicu medzi nimi tvorí kruhová slizničná riasa nachádzajúca sa na úrovni základne cecku (anulárna riasa). Priechodnosť tejto riasy môže významne ovplyvniť rýchlosť toku mlieka z vemena (Tančin a Tančinová, 2008).

V ústi ceckovej cisterny a prechode do ceckového kanálka sa nachádza Fürstenbergová rosetta, ktorá plní obrannú funkciu proti prenikajúcim mikroorganizmom (Collins et al., 1988; Asti et al., 2011). Rosetta je spojená s lymfoidným tkanivom vemena a antigény (mikroorganizmy) vstupujúce do ceckovej cisterny cez ceckový kanálik vyvolávajú v rosette lokálnu tvorbu protilátok proti antigénom (Asti et al., 2011). Veľkosť rosetty ako aj

počet mukózných rias vykazuje značnú individuálnu variabilitu. Okrem toho, morfológia vnútorného povrchu rossety nekoreluje s morfológiou vonkajšieho povrchu cecku, čo poukazuje na to, že morfológia rosetty je relatívne nezávislá od parametrov dojacieho zariadenia, ktoré môžu pôsobiť na ceckový kanálik a vonkajší povrch cecku (Vesterinen et al., 2015).

Šírka ceckovej cisterny bola napríklad v štúdií Neijenhuis et al. (2001a) 11,1 mm pre zadné a 11,8 mm pre predné páry ceckov. Počas dojenia mali tendenciu sa výrazne zužovať o 5,5 mm, resp. 6,4 mm. Gleeson et al. (2004) pozoroval ešte výraznejšie zúženie a to o 7,01 mm až 8,03 mm. Tieto výrazné zmeny po dojení môžu byť spôsobené poklesom intramamárneho tlaku v dôsledku vydojenia mlieka (Hamann et al., 1993; Gleeson et al., 2004). Sekere et al. (2009) pozoroval aj vysoký vplyv plemena na šírku cisterny, kedy nameral nasledovné priemerné rozmery - 13,7 mm pre holštajnské plemeno; 16,1 mm pre plemeno brown swiss; 17,2 mm pre mliečne simentálske plemeno.

### **2.1.5 Ceckový kanálik**

Ceckový kanálik je vysoko špecializovaná vnútorná štruktúra cecku, ktorá je unikátna vo svojej funkcii prevencii vstupu baktérii do cecku a zabraňuje úniku mlieka (Paulrud, 2005a). Funkčnosť ceckového kanáliku, jeho štruktúra a rozmery (šírka, dĺžka) sa významne podieľajú na priebehu dojenia a zdravotnom stave mliečnej žľazy (Stádník et al., 2011). Ceckový kanálik tvorí vnútorný povrch hrotu cecku, ktorý spája externý ceckový otvor a ceckovú cisternu, približne ukončený v mieste Fürstenbergovej rosety. Je vystlatý viacvrstvom dľaždicovým epitelom, ktorý nasadá na spojivovú slizničnú vrstvu, pod ktorou sa nachádzajú hladko svalové bunky usporiadané do vnútornej pozdĺžnej a vonkajšej kruhovej vrstvy. U kráv, oviec a kôz sa cirkulárne usporiadaná vrstva svaloviny zahusťuje a vytvára zvierač cecka (*musculus sphincter papillaris*) (Paulrud, 2005a). Intenzita pevnosti ceckového zvierača ovplyvňuje rýchlosť toku mlieka z vemená a dojiteľnosť kráv (Tančín a Tančinová, 2008).

Okrem fyzickej obrannej bariéry proti prieniku patogénov má dojníca k dispozícii aj chemickú obrannú bariéru (Collins et al., 1988). Súčasťou ceckového kanáliku je keratín, ktorého hrúbka a zloženie ovplyvňuje prienik baktérii do ceckovej cisterny. Keratín plní funkciu chemickej obrany a má aj antibakteriálny účinok. Celková obranyschopnosť závisí aj od pevnosti uzatvorenia ceckového kanáliku ceckovým zvieračom, ako aj od jeho dĺžky.

Celistvosť ceckového kanáliku ako aj stav ceckového otvoru ovplyvňuje predovšetkým správna činnosť dojacieho zariadenia a pracovný postup obsluhy (Neijenhuis et al., 2001a).

#### *2.1.5.1 Rozmery ceckového kanáliku a ich vplyv na zdravie a dojiteľnosť*

Optimálna dĺžka ceckového kanáliku je 8 – 12 mm a vyššie hodnoty majú negatívny dopad na dojenie (Michel, 1986). Zadné cecky sú väčšinou kratšie a hrubšie oproti predným ceckom, avšak dĺžka a šírka ceckového kanáliku nie je rozdielna (Weiss et al., 2004; Celik et al., 2008). Na druhej strane, Paulrud (2005a) pozoroval malé rozdiely v dĺžke ceckového kanáliku medzi prednými a zadnými ceckami, s tým že zadné sú o 5 až 10 % dlhšie ako predné. Dĺžka je ovplyvnená viacerými faktormi ako napríklad vekom (Celik et al., 2008), plemenom (Klein et al., 2005), štádiom laktácie (Gleeson et al., 2005) a celkovým počtom laktácií (Szencziová et al., 2013). Celik et al. (2008) pri pozorovaní dojníc plemena brown swiss zistil pozitívnu koreláciu medzi vekom a dĺžkou kanáliku. Najkratší bol v skupine, ktorú tvorili najmladšie zvieratá (priemerne 3,09 rokov) a najdlhší v skupine s najstaršími zvieratami (priemerne 8,59 rokov). Autori predpokladajú, že variácie v dĺžke kanáliku vznikli dlhodobým pôsobením strojového dojenia.

Pri zisťovaní vplyvu plemena na morfometrické ukazovatele vemena a ceckov dojníc Klein et al. (2005) zistili významné rozdiely v dĺžke a šírke ceckového kanáliku pri porovnávaní plemien holštajnské, simentálske a brown swiss. Dojnice plemena brown swiss sa vyznačovali krátkymi, avšak širokými kanálikmi v porovnaní z ostatnými pozorovanými plemenami. Dojnice holštajnskeho plemena sa vyznačovali najužšími kanálikmi a pri dojniciach simentálskeho plemena boli zaznamenané užšie cecky, avšak s výrazne dlhšími kanálikmi oproti ostatným plemenám v teste. V štúdií Sekere et al. (2009) nebol efekt plemena na dĺžku kanáliku až tak výrazný – 9,9 mm pre holštajnské plemeno, 10,3 mm pre mliečne simentálske plemeno a 10,7 mm pre plemeno brown swiss.

Ak je dĺžka kanáliku kratšia ako optimálna dĺžka môže byť negatívne ovplyvnený zdravotný stav vemena (Celik et al., 2008). Grindal et al. (1991) poukázali na spojitosť medzi krátkymi kanálikmi a zvýšeným rizikom pre vznik intramamárnych infekcií. Biederman a Hubal (1994) upozornili na ťažkosti spojené s dojením holštajnských dojníc s krátkym ceckovým kanálikom. Dojnice boli nekludné a agresívne počas dojenia. Seyfried (1992) pozoroval na plemene brown swiss, že dojnice s akútnou mastitídou mali zvyčajne kratší ceckový kanálik. Zatiaľ čo u dojníc s chronickou a subklinickou formou mastitídy bol

pozorovaný dlhší ceckový kanálik. Dlhé ceckové kanáliky sú spájané s poruchami toku mlieka a pomalším dojením (Geishauser et al., 2000; Strapák et al., 2015). Cecky z vysokým maximálnym prietokom mlieka sú často spájané s krátkym ceckovým kanálikom, a obe tieto vlastnosti sú spájané s vyššou náchylnosťou k infekciám vemena (Grindal et al., 1991; Lacy-Hulbert a Hillerton, 1995). Podľa Seykora a McDaniel (1985) široké kanáliky nemajú plne funkčný ceckový zvierač, ktorý tým pádom nemôže dostatočne uzavrieť ceckový otvor. Široké kanáliky a dysfunkčné ceckové zvierače sú spájané s hrubšími ceckami, zvýšeným prietokom mlieka a vyššími nádojmi. Cecky, ktoré majú dysfunkčný zvierač, majú väčšiu pravdepodobnosť pre vytvorenie infekcie v porovnaní s ceckami s funkčnými zvieračmi (Seykora a McDaniel, 1985).

#### *2.1.5.2 Restorácia ceckového kanálika po dojení*

Strojové dojenie ovplyvňuje veľkosť vonkajších i vnútorných štruktúr cecku. V priebehu dojenia sa tieto štruktúry menia a po dojení sa priebežne vracajú do pôvodných hodnôt (Stádník et al., 2010). V štúdií Paulrud et al. (2005b) pozorovali predĺženie ceckového kanálika o 30 – 41% vplyvom dojenia. Výrazne menšie predĺženie pozoroval Neijenhuis et al. (2001a) a to iba o 10%. Szencziová et al. (2013) zistili priemernú elongáciu o 27% s následnou restoráciou o 11% po jednej hodine od dojenia (10,73 mm = pred dojením ; 13,3 mm = ihneď po dojení; 11,13 mm = hodinu po dojení). Ďalej v štúdií pozorovali nárast šírky kanálika vplyvom dojenia o 17 %, s následnou restoráciou o 9% jednu hodinu po dojení. K podobným výsledkom dospel aj Stádník et al. (2010), kedy ani po troch hodinách nedošlo k navráteniu dĺžky ceckového kanálika do pôvodných hodnôt. Výrazné boli rozdiely medzi plemenami, ktoré boli zapojené do pokusu. Elongácia ceckového kanálika u českého strakatého plemena ihneď po dojení bola síce výrazne väčšia oproti holštajnským dojniciam ale restorácia k pôvodným hodnotám prebiehala rýchlejšie. Podľa Neijenhuis et al. (2001a) k úplnému zotaveniu ceckových štruktúr dochádza po 3 až 8 hodinách od dojenia.

Jedna z možných praktík pre zníženie výskytu intramamárnych infekcií u laktujúcich kráv je podnecovať dojnice, aby ostali stáť po dojení. Hlavným dôvodom pre používanie tejto praktiky je zvýšenie pravdepodobnosti uzatvorenia ceckových kanálikov pred kontaktom vemena s podstielkovým substrátom. Tým sa zníži šanca na prieniku baktérii do cecku a predíde sa vzniku intramamárnej infekcie (Tyler et al., 1997; Johansson et al., 1999). DeVries et al. (2010) vo svojej dlhodobej štúdií poukázal na zvýšený výskyt environmentálnych intramamárnych infekcií u dojníc, ktoré si ľahli do 40 minút po dojení oproti skupine dojníc

ktoré stáli po dojení 40 – 60 minút. Watters et al. (2014) pozoroval najnižší výskyt mastitíd dojníc, ktoré stáli po dojení 90 – 120 minút. Pri aplikovaní tejto praktiky je dôležité zabezpečiť dostatok miesta pri kŕmnom žľabe (0,61 m/krava - Grant a Albright, 2001) a vhodnú koncentráciu dojníc v stajni (Fregonesi et al., 2007), z dôvodu lepšieho prístupu ku krmivu a zníženiu súťaživosti (DeVries a von Keyserlingk, 2006; Huzzey et al., 2006, Watters et al., 2014).

Pre maximalizáciu produkciu mlieka je nutné, aby dojnice maximum času odpočívali a prežúvali. Z toho dôvodu nemožno nútiť dojnice stáť mimo kŕmenie, ale je potrebné mať kvalitné parametre boxových lôží. Jedným z dobrých riešení, ktoré sa už v praxi osvedčilo, je využívanie alkalizácie lôží za pomoci napr. vápenca (Kristula et al., 2008).

### **2.1.6 Meranie anatomických štruktúr cecku**

Vonkajšie štruktúry vemena ako napríklad dĺžka cecku, pozícia ceckov, hĺbka vemena, výška vemena a ďalšie sú hodnotené lineárnym popisom, kde pre každý znak existujú ideálne hodnoty (Hamoen, 2016). Nevýhodou je predovšetkým subjektívny vplyv človeka (Strapák et al., 2015). Medzi najmodernejšie metódy pre presné hodnotenie ceckových štruktúr patria VBMS (vision based measuring system), resp. VIA (video image analysis), ktoré na základe fotografií a vyhodnocovacieho programu vykonávajú analýzu tvarových vlastností vemena a ceckov (Zwertvaegher et al., 2011).

Pre získavanie exaktných hodnôt dĺžky a priemeru ceckov pre výskumné účely môžeme využiť viacero nástrojov. Medzi najzákladnejšie patrí pravítko (Guarín et al, 2017) alebo posuvné meradlo (Zwertvaegher et al., 2013b), ktoré sú ľahko použiteľné a dostupné. Ďalšou rozšírenou metódou je využitie tzv. mernej trubice s otvoreným koncom s priemerom 30 až 45 mm. Trubica sa prikladá na cecek a jeho dĺžka sa odčíta zo stupnice (Neijenhuis et al., 2004; Gleeson et al., 2005). Pre meranie hrúbky ceckov je vhodné využiť napríklad tzv. „cutimeter“ (Hamann et al., 1988), avšak ultrasonografia nám ponúka omnoho dôkladnejšie a presnejšie údaje v porovnaní s cutimetrom (Spencer, 1996; Strapák et al., 2015).

Ultrasonografia získala v posledných rokoch vysokú popularitu ako diagnostický, ale rovnako aj výskumný nástroj vo veterinárnej medicíne a zoológii (Szencziová a Strapák, 2012). Ultrasonografia umožňuje meranie širokej škály ceckových tkanív a štruktúr, vrátane dĺžky kanálka, priemeru cisterny, hrúbku steny a priemeru cecku (Gleeson et al., 2004). Pre sonovanie cecku je najvhodnejšia lineárna sonda o frekvencii 7,5 – 10 MHz. Na rozdiel od 5



MHz sondy poskytuje vyšší detail obrazu, ale nemá takú hĺbku prieniku do tkaniva (Franz et al., 2009; Joiner et al. 2016). Podľa Rambabu et al. (2008) je pre sledovanie morfológie ceckového kanáliku za využitia ultrasonografie najvhodnejšia gélová metóda, pri ktorej sa na povrch sondy a cecku aplikuje sonografický gél. Takisto je vhodná aj metóda vodného kúpeľa, pri ktorej sa cecek ponorí do vodou naplneného polyetylénového vrečka a následne sa sonda prikladá z naneseným sonografickým gélom na povrch vrečka (Rambabu et al., 2008).

Ceckový kanálik sa pri pozorovaní pomocou ultrasonografie javí ako lineárna alebo krivá, hyperechogenická línia medzi ceckový otvorom a Fürstenbergovou rosetou. Hyperechogenické zobrazenie ceckového kanáliku môže byť spôsobené anatomickými charakteristikami kanálika, pretože je vytváraný sliznicou, ktorá je súčasťou pokožky vtiahnutej do vnútra cecku a jej štruktúra je podobná vonkajšej pokožke (Celik et al., 2008).

## **2.2 RIZIKOVÉ FAKTORY DOJENIA S NEGATÍVNYM VPLYVOM NA MORFOLÓGIU CECKU**

Okrem morfológie vemena, obrovský vplyv na zdravie vemena má aj technické nastavenie dojárne – a to hlavne sila podtlaku vytváraného na konce ceckov, nastavenie hodnoty kritického prietoku mlieka pre automatické ukončenie dojenia (Gleeson et al., 2003; Pařilová et al., 2011; Edwards et al., 2013a) a nastavenie pulzácie (Craig et al., 1991; Ferneborg a Svennersten-Sjaunja, 2015). Tieto výskumné práce taktiež poukázali na významný vplyv nastavenia dojárne aj na iné ekonomicky dôležité aspekty dojenia ako napríklad dĺžka dojenia, nádoj, PSB (počet somatických buniek) a ďalšie. Optimálne hodnoty nastavenia dojárne pre ich lepšiu adaptáciu k fyziologickým potrebám dojníc sú stále diskutované medzi vedeckou komunitou.

### **2.2.1 Sila podtlaku počas dojenia**

Sily vyvíjané na hrot cecku počas dojenia môžu vyústiť do fyziologických a patologických zmien morfológie ceckových štruktúr, ktoré môžu negatívne pôsobiť na prirodzené obranné mechanizmy cecku. Následne sa cecky stávajú viacej citlivé na vstup patogénov do vemena a zvyšuje sa výskyt intramamárnych infekcií (Zwertvaegher et al., 2011). Odporúčaná výška podtlaku v dojacom zariadení je podľa najnovších štúdií 32 až 42 kPa počas maximálneho toku mlieka pre zaistenie rýchleho, kompletného a šetrného podojenia. Podtlak vyvíjaný na hrot cecku by nemal byť vyšší ako 42 kPa, pretože môže spôsobiť poškodenie

ceckových štruktúr a to hlavne počas fázy zníženého prietoku mlieka (Mihina et al., 1998; Pařilová et al., 2011; Besier a Bruckmaier, 2016).

Mihina et al. (1998) pri hodnotení sily podtlaku na hroty ceckov zistil, že pri použitom podtlaku 42 kPa bolo až 42% ceckov hodnotených bez fyziologického poškodenia v porovnaní z 27% pri podtlaku 50 kPa. Pri podtlaku 50 kPa dokonca 4% ceckov vykazovali značné poškodenie, ktoré pri podtlakoch 42 kPa a 45 kPa nebolo pozorované. Pařilová et al. (2011) porovnávali zmeny dĺžky ceckového kanálka pred a po dojení za použitia podtlaku 39 kPa a 45 kPa. Pri ukončení dojenja pri prietoku  $0,4 \text{ kg}\cdot\text{min}^{-1}$  Pařilová et al. (2011) zistili menšiu zmenu vplyvom dojenja v dĺžke ceckového kanálka pri podtlaku 39 kPa (1,46 mm oproti 2,05 mm). Avšak, zmeny pri ukončení dojenja pri toku mlieka  $0,1 \text{ kg}\cdot\text{min}^{-1}$  neboli výrazné.

Podtlak potrebný na otvorenie ceckového zvierača pre začatie prúdenia mlieka je výrazne vyšší ako podtlak potrebný k udržaniu už začatého toku. Jemné rozdiely taktiež existujú medzi jednotlivými štvrtkami (Weiss et al., 2004). Použitý podtlak neovplyvňuje množstvo nadojeného mlieka, ale výrazne ovplyvňuje rýchlosť vydojenja a maximálny tok mlieka. Zvýšenie podtlaku o 6 kPa (z 39 kPa na 45 kPa) skrátilo čas dojenja o 43 sekúnd a zvýšil sa maximálny tok mlieka o  $0,45 \text{ kg}\cdot\text{min}^{-1}$  (Pařilová et al., 2010).

### **2.2.2 Dojenje na prázdno**

V minulosti platil predpoklad, že všetko mlieko musí byť z mliečnej žľazy vydojené, aby sa maximalizovala produkcia mlieka, čo spôsobovalo časté dojenje na prázdno (Rasmussen, 2004). V súčasnom období sa nepripisuje žiadny význam, či už produkčný alebo zdravotný, ak vo vemene zostane do 0,5 kg mlieka (Tančin a Tančinová, 2008). Dojenje na prázdno začína, keď prietok mlieka do ceckovej cisterny je menší ako odtok z ceckového kanálka (Rasmussen, 2004).

Vplyvom častého a dlhého (nad 120 sekúnd) dojenja na prázdno sa môžu rozvíjať ochorenia vemena ako hyperkeratóza. Dlhodobé následky poškodenia ceckového otvoru sa neskôr odrážajú na zvýšenej počte somatických buniek a zhoršenom zdraví vemena (Edwards et al., 2013a). Predĺžená doba zníženého prietoku mlieka nie je iba neefektívna, ale aj zvyšuje riziko poškodenia ceckového tkaniva. Čím dlhšia je doba dojenja na prázdno, tým je vyššie riziko poškodenia štruktúr cecku. Cecky dojené na prázdno po dobu 5 minút počas 16 dojení ukázali menšie poranenia ako kravy dojené na prázdno 20 minút počas 4 dojení (Bramley et al., 1992; Neijenhuis et al., 2000; Gleeson et al., 2003).

Pre odstránenie dojenja na prázdno v dojárnach zo strojovým dojením je vhodné využívať ceckové návlečky s podtlakovým uzáverom (napr. AktivPuls Bulli, Gea IQ). Celoplošné výrazné zníženie celkového času dojenja na prázdno priniesli systémy pre automatické stiahnutie dojacej súpravy a to vďaka eliminácii ľudského faktoru pri ukončovaní dojenja (Rasmussen, 1993; Tančin et al., 2001b).

### *2.2.2.1 Systémy pre automatické ukončovanie dojenja*

Úplné odstránenie dojenja na prázdno pri klasickom spôsobe dojenja nie je možné, pretože je výsledkom nerovnomerného rozdelenia množstva mlieka medzi štvrtkami. Tieto rozdiely medzi štvrtkami dokáže eliminovať robotizované dojenie, kde je každá štvrtka dojená zvlášť (Ferneborg a Svennersten-Sjaunja, 2015). Pri klasickom dojení sa pozornosť sústreďuje na minimalizovanie dĺžky dojenja na prázdno prostredníctvom vhodne zvolenej organizácie práce, ale predovšetkým na optimálne využívanie zariadenia pre automatické ukončovanie dojenja (Rasmussen, 1993; Bandošová et al., 2003, Edwards et al., 2013b), kde dôležitú úlohu zohráva vhodnosť nastavenia kritického prietoku mlieka a času oneskorenia pri sťahovaní dojacej súpravy. Ak tok mlieka klesne pod zvolenú hranicu kritického prietoku, sťahovacie zariadenie to zaregistruje a stiahne dojaciú súpravu, t.j. ukončí dojenie. Čas oneskorenia predstavuje časový úsek, ktorý uplynie od zaregistrovania kritického prietoku pre stiahnutie súpravy. Väčšina systémov ukončenia dojenja v dnešnej dobe je nastavená na kritickú hodnotu prietoku  $0,2 \text{ kg}\cdot\text{min}^{-1}$  s časom oneskorenia od 7 do 15 sekúnd (Tančin a Tančinová, 2008).

Zvyšovaním kritickej hodnoty na  $0,5$  až  $0,8 \text{ kg}\cdot\text{min}^{-1}$  je možné skrátiť čas dojenja bez ohrozenia produkcie mlieka (Tančin a Tančinová, 2008; Edwards et al., 2013b). Ukončenie dojenja pri dosiahnutí toku mlieka  $0,4 \text{ kg}\cdot\text{min}^{-1}$  v porovnaní z  $0,1 \text{ kg}\cdot\text{min}^{-1}$  nemá negatívny vplyv na maximálny tok mlieka, množstvo vydojeného mlieka a rýchlosť dojenja, a výrazne znižuje riziko dojenja na prázdno (Pařilová et al., 2011). Medzi pozitíva zvýšenej hranice kritického prietoku patrí lepší stav ceckov a rýchlejšie, vyrovnanjšie a efektívnejšie dojenie (Rasmussen, 1993; Pařilová et al., 2011). Pri znižovaní hodnoty kritického prietoku prirodzene predlžujeme čas dojenja, pretože fáza zníženého toku mlieka bude trvať dlhšie. Tým sa samozrejme zníži aj priemerný prietok mlieka počas dojenja (Gašparík et al., in press). Stewart et al. (2002) vo svojom pokuse pozoroval predĺženie dojenja o 0,21 minúty za každé zníženie kritického prietoku o  $0,1 \text{ kg}\cdot\text{min}^{-1}$ . Predĺženie dojenja bolo pozorované aj ostatnými autormi – predĺženie o 0,25 minúty pri znížení prietoku o  $0,1 \text{ kg}\cdot\text{min}^{-1}$  (Rasmussen, 1993); predĺženie o 1,22 minúty pri znížení prietoku o  $0,3 \text{ kg}\cdot\text{min}^{-1}$  (Sudzínová et al., 2005). Zvýšenie kritického

prietoku mlieka taktiež môže mať mierny vplyv na nádoj mlieka, ako bolo preukázané v pokuse Stewart et al. (2002), kedy sa priemerný nádoj mlieka zvýšil o 3% pri zvýšení kritického prietoku z  $0,72 \text{ kg}\cdot\text{min}^{-1}$  na  $0,82 \text{ kg}\cdot\text{min}^{-1}$ . Na druhej strane, viacero autorov sa zhoduje, že zmeny v kritickom prietoku nemajú žiadny alebo len minimálny vplyv na nádoj mlieka (Rasmussen et al., 1993; Sudzinová et al., 2005; Jago et al., 2010).

Pri automatickom ukončení dojenja je dojacia súprava z vemena sťahovaná pri vypnutom podtlaku, nedochádza k vpúšťaniu vzduchu do ceckovej nástrčky, nadmernému masírovaniu a natáhovaniu ceckov. Znižuje sa tak riziko poranenia hrotov ceckov, ako aj riziko spätného prieniku mlieka (možno infikovaného) do ceckovej cisterny (Tančin et al., 2001b; Tančin a Tančinová, 2008). Zvyšovanie nastavenia kritickej hodnoty prietoku pre ukončenie dojenja je dôležitým faktorom a príležitosťou pre prvovýrobu ako zvýšiť efektivitu a výkonnosť dojárne. Avšak, nie je vhodné prudko zvýšiť hodnotu kritického prietoku mlieka, ale odporúča sa postupné zvyšovanie po  $0,1 \text{ kg}\cdot\text{min}^{-1}$  a to po uplynutí jedného až dvoch týždňov.

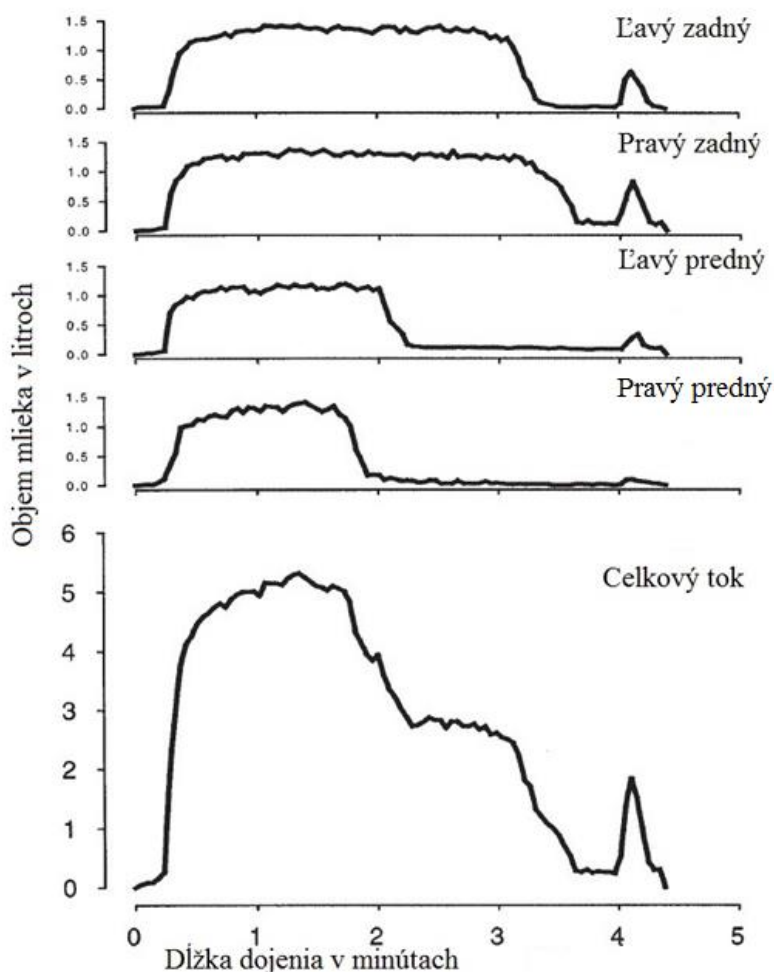
#### **2.2.2.2 Prispôsobenie systémov pre automatické ukončenie dojenja morfológií cecku a fyziológií dojnic**

Pre vhodné navrhnutie a nastavenie systémov pre automatické ukončovanie dojenja je veľmi žiaduce porozumieť princípu a rozmanitosti toku mlieka na úrovni jednotlivých štvrtiek v nadväznosti na odlišné vnútorné a vonkajšie faktory. V tejto súvislosti by mala byť zvýšená pozornosť venovaná charakteristike dojnic vyjadrenej produkciou mlieka, rozdelením mlieka medzi jednotlivými štvrčkami, štádiom a poradím laktácie a hlavne intenzitou toku mlieka – maximálny tok mlieka a priemerný tok mlieka. Všeobecne sa uvádza, že dojnice s vysokým maximálnym tokom mlieka zo štvrčky sú náchylnejšie na infekčné ochorenie vemena ako dojnice s nižším maximálnym tokom (Grindal a Hillerton, 1991; Petermann et al. 2001). Taktiež štvrčky s vysokým maximálnym tokom mlieka majú dlhšie trvanie fázy znižovania toku mlieka a čas dojenja naprázdno je oproti ostatným štvrčkám výrazne predĺžený (Tančin et al., 2007b).

Hlavne pri dojniciach dojených viacej ako dva krát denne je vysoko odporúčané používať vyššiu hranicu hodnoty kritického prietoku. Avšak, nesprávne nastavenie kritického prietoku pri automatickom ukončení dojenja môže zapríčiniť nedostatočne vydojenie mlieka z jednej štvrčky. Napper et al. (1983) pozorovali vyšší PSB v mlieku pri neúplnom vydojení infikovaných štvrtiek v porovnaní z úplným vydojením infikovaných štvrtiek. Avšak,

neinfikované štvrtky nevykazovali zvýšený PSB pri neúplnom vydojení. V štúdiách Clarke et al. (2004, 2008) zistili, že ponechanie malého množstva mlieka vo vemene nezvyšuje PSB a výskyt nových infekcií. Na druhej strane, v štúdií Clarke et al. (2008) bola silná pozitívna korelácia medzi množstvom dodojku mlieka a PSB v mlieku. Avšak, tieto výsledky si vysvetľujú tým, že vysoký PSB (indikátor infekcie) spôsobuje zvýšené dodojky mlieka a že ponechanie vyššieho množstva mlieka vo vemene neovplyvňuje PSB. Ak sú dojacie súpravy dobre navrhnuté, dobre udržiavané a správne nastavené, tak by dodojky mlieka nemali byť vyššie ako 0,25 kg mlieka na kravu. Problémy sa začínajú objavovať ak priemerné dodojky sú viac ako 0,5 kg mlieka na kravu (Mein a Reid, 1996).

**Obr. 1** Rôzne prerozdelenie mlieka medzi štvrtkami spôsobuje dlhé dojenie na prázdno pri prázdnejších štvrtkách (Steidle et al., 2000)



### 2.2.3 Bimodálny tok mlieka

Pre efektívne a bezproblémové vydojenie je nutné vykonať stimuláciu ceckov vemena pred dojením. Vhodne prevedená stimulácia zníži výskyt bimodálnych (dvojvrcholových) tokov (Tančin et al., 2007b; Kaskous a Bruckmaier, 2011). Bimodalita sa spolu z ostatnými aspektami toku mlieka, ako napríklad dĺžka dojenja naprázdno a dĺžka fázy klesania toku mlieka, sa vo vzťahu k mastitíde považujú za rizikové faktory (Tančin et al., 2007a). Vyšší počet somatických buniek u dojníc s výskytom bimodálnych tokov mlieka podporuje hypotézu o škodlivom vplyve bimodalita na zdravotný stav vemena a naznačuje potrebu vyhnúť sa jej výskytu počas dojenja pomocou vhodných postupov pred dojením (Sandrucci et al., 2007).

#### 2.2.3.1 Stimulácia vemena pred dojením

Iniciácia ejakcie mlieka – stimulácia – je nevyhnutná pre oddojenie alveolárnej frakcie mlieka, pretože bez žiadnej formy stimulácie je možné odobrať iba malú cisternovú frakciu mlieka. Vhodná forma ručnej stimulácie je napríklad oddojenie prvých strekov mlieka z každého cecku (Tančin a Tančinová, 2008). V praxi treba zohľadniť, že každý mechanický impulz (predipping, čistenie) na cecok vyvolá uvoľnenie oxytocínu, ktorý iniciuje ejakciu mlieka.

Podľa Tančina et al. (2007b) stimulácia vemena pred dojením pozitívne ovplyvňuje parametre toku mlieka a efektivitu dojenja. Watters et al. (2012) dosiahol najlepšie výsledky so stimuláciou pred dojením spojenú z predipping, oddávania prvých strekov a osušenia ceckov a s pauzou medzi stimuláciou a začiatkom dojenja po dobu 90 sekúnd. Dojnice v tejto testovacej skupine vykazovali najnižšie percento výskytu bimodálnych tokov, najvyšším podielom vydojeného mlieka za prvé 2 minúty a najrýchlejším vydojením. Watters et al. (2012) pozoroval vo svojom pokuse najvyšší výskyt bimodálnych tokov u dojníc bez vykonanej stimulácie, ale taktiež vysoký výskyt pri stimulácii s lag fázou (doba od začiatku stimulácie do začiatku dojenja) dlhou 240 sekúnd. Optimálna dĺžka lag fázy závisí aj od stupňa naplnenia vemena, kedy pre dojnice so slabo naplneným vemenom je optimálnych 90 sekúnd. Na druhej strane, dojnice s plným vemenom vyžadujú iba 20 sekúnd. Ak je vo vemene málo mlieka, predĺžená stimulácia pomáha znížiť vplyv podtlaku na cecok pri dojení. Dodatočná stimulácia dojacím zariadením by mala zohľadniť predchádzajúcu stimuláciu a upravená pre špecifické dojenie na danej farme (Weiss a Bruckmaier, 2005).

### 2.2.3.2 Strojová stimulácia

Používanie strojových stimulačných prvkov ako náhrady za manuálnu masáž zostáva naďalej diskutabilné. Strojová stimulácia vzniku reflexu ejakcie mlieka sa využíva pre nahradzovanie ručnej masáže. Ide o rôzne zariadenia, ktoré po nasadení dojacej súpravy menia pomer pulzácie ako aj jej frekvenciu s cieľom masírovať cecky vemena bez vydávania mlieka (Tančín a Tančinová, 2008). Pri dlhodobých pokusoch sa javí strojová stimulácia ako pozitívny faktor, kým pri krátkodobých pozorovaniach sa ručná stimulácia javí ako lepší spôsob pre vyvolanie ejakcie mlieka než činnosť samotnej ceckovej gummy (Tančín et al., 2001a). Watters et al. (2015) došli k záveru, že použitie vysoko vibračnej pulzácie so zvýšeným počtom cyklov (300/min) a nízkym podtlakom (20-22 kPa) je adekvátnou formou stimulácie k iniciácii reflexu ejakcie mlieka. Použitie vysoko vibračnej pulzácie vyvolalo podobné uvoľnenie oxytocínu ako u dojnic vystavených manuálnej stimulácii. Watters et al. (2015) doporučujú kombináciu oddávania prvých strekov mlieka pre vizuálne vyhodnotenie nezávadnosti mlieka a ako formu prvotnej stimulácie, spojenú z využitím vysoko vibračnej pulzácie po dobu 90 sekúnd namiesto lag fázy.

### 2.2.4 Nastavenie pulzácie

Hlavným účelom pulzácie je obmedzenie vývoja edémov a preťaženia ceckového tkaniva počas strojového dojenia (Mein et al., 2004). Pomer pulzácie dojacieho stroja ovplyvňuje tok mlieka, dĺžku dojenia a taktiež bolo zistený jej vplyv na zdravie vemena a PSB (Ferneborg a Svennersten-Sjaunja, 2015). Pulzačný pomer predstavuje čas, počas ktorého môže mlieko vytekať z ceckov (sacia fáza - vákuový tlak) k času, počas ktorého je úniku mlieka z vemena zabránené (fáza stlačenia - atmosférický tlak) počas jedného pulzačného cyklu (Doležal et al., 2000). Po skoro sto rokov dlhom procese pokusov a omylov väčšina výrobcov teraz nastavuje svoje pulzátory v relatívne malom rozsahu (Mein et al., 2004), väčšinou okolo pomeru 60:40 (Besier a Bruckmaier, 2016). Toto je hlavne z dôvodu, že rýchlosť dojenia je optimalizovaná, keď je cecková guma vo sacej fáze po dobu približne 0,5-0,6 sekúnd v každom cykle (Williams et al., 1981). Pokusy (Craig et al., 1991; O'Callaghan, 1998) ukázali, že širší pomer pulzátora vedie k rýchlejšiemu dojeniu ako užší pomer pulzátora. Rozšírenie pomeru pulzátora z 60:40 na 67:33 nemalo negatívne účinky na tkanivo ceckov a malo pozitívny vplyv na nádoj a dĺžku dojenia (Gleeson et al., 2004). Ale štúdia (Clough, 1972) uvádza konzistentné zníženie maximálneho prietoku mlieka pri rozšírení pomeru nad 70:30 až po 80:20. Mohlo by to byť dôsledkom nedostatočného trvania kompresného zaťaženia na prekonanie preťaženia

cecku, ktoré bolo vyvolané dlhým otvorením ceckovej gummy v každom pulzačnom cykle (Mein et al., 2004). Doba odpočinkovej fáze pulzácie je pri tomto nastavení príliš krátka, aby dostatočne masírovala cecky a je zvýšené riziko vzniku edémov (Mein et al., 2004). Nastavenie pulzácie, ktoré umožňuje aby sa pulzačná komora vrátila k atmosférickému tlaku aspoň na 15% každého cyklu, pomáha prekonať preťaženie cecku spôsobené dojacím vákuom (Hamann a Mein, 1996).

Zvýšenie frekvencie pulzovania zvyšuje maximálny prietok mlieka (Williams et al., 1981; Mein et al., 2004). Frekvencia pulzácie by mala byť najmenej 55 cyklov/min, aby sa zabránilo problémom s zdravím vemena (Østerås et al., 1995). Podľa ďalších štúdií (O'Callaghan, 1998; Gleeson et al., 2004) by zvýšenie pomeru a frekvencie pulzácie malo poskytnúť vyšší nádoj. Viacero štúdií (Craig et al., 1991; O'Callaghan, 1998; Mein et al., 2004; Ferneborg a Svennersten-Sjaunja, 2015) potvrdilo kratšiu dĺžku dojenia a vyšší priemerný tok mlieka pri zvýšení frekvencie a pomeru pulzácie až na 75:25. Optimalizácia doby odpočinku, resp. nastavenie pulzátoru pre lepšiu adaptáciu na fyziologické požiadavky dojníc má pozitívny vplyv na zdravie vemena (Hamann a Mein, 1996; Ipema et al., 2005). Ak cecok dostatočne nezapadá do ceckovej gummy bude jej hlavná funkcia cyklicky masírovať cecok, aby sa predišlo preťaženiu a edému, silne narušená (Mein et al., 2004). Modernejšie typy pulzátorov majú možnosť používať rôzne nastavenie pulzácie pre jednotlivé štvrťky, resp. prispôbovať sa toku mlieka.

### **2.2.5 Cecková guma**

Správny výber ceckových gumm je dôležitou súčasťou dobrého manažmentu dojenia. Vzhľadom na interakciu medzi cecokom a gumou je morfológia ceckov dôležitým parametrom pri výbere najvhodnejšej gummy pre stádo (Zwertvaegher et al., 2011). Do dnešného dňa sa však gummy obvykle vyberajú na báze pokus-chyba (de Koning et al., 2003). Správne parametre ceckovej gummy, najmä u kráv v prvej laktácii, výrazne znižujú nepríjemný pocit a kopanie počas dojenia (Tančin a Tančinová, 2008). Rozmery vyrábaných ceckových gumm by mali byť prispôbené ideálnej dĺžke ceckov, ktoré by sa mali vyskytovať v produkčných stádach najčastejšie. Nežiadúca dĺžka ceckov je stále vysoko zastúpená v európskych produkčných stádach (Zwertvaegher et al., 2012). Výskyt nových prípadov mastitídy sa výrazne zvýši, ak je cecková guma príliš krátka alebo cecky sú príliš dlhé. Je to spôsobené zhoršením krvného obehu v ceckoch, vznikom edémov a cyanóz, a celkovým znížením imunitnej obrany cecku (Tančin



Tančinová, 2008). Malé cecky zvyšujú frekvenciu padania dojacej súpravy, pretože prienik cecku do ceckovej gumy nie je dostatočný (Rasby, 2002; Strapák et al., 2015).

Dizajn ceckovej gumy má väčší vplyv na zmenu ceckového tkaniva ako iné vybavenie a nastavenia dojárne (Gleeson et al., 2004). Podľa Zwertvaegher et al. (2012) je používanie identickej veľkosti ceckových gúm pre dojenie celého stáda neideálne a upozornili, že nesúlad medzi ceckom a ceckovou gumou by mohol mať za následok neefektívne dojenie, potenciálne vedúce k zdravotným problémom vemená. Opotrebovaniu gumových častí treba taktiež venovať zvýšenú pozornosť. Na stenách gumy vznikajú mechanické poškodenia, ktoré sú ideálnym miestom pre ukladanie zvyškov mlieka = ideálnym miestom pre rozmnožovanie baktérií (Tančin a Tančinová, 2008).

Fyzikálne vlastnosti ceckových gúm, ako napr. hrúbka steny a tvrdosť materiálu, majú dopad na cyklický tlak aplikovaný na cecok (Hamann a Mein, 1996). V dnešnej dobe sa väčšinou používajú štandardné gumy s kruhovým dizajnom, ale existujú aj iné typy. Ceckové gumy s trojstranným konkávnym tvarom umožňujú rozložiť silu aplikovanú na cecok počas dojenia na väčšiu plochu cecku. Tento dizajn výrazne znižuje výskyt hyperkeratózy v porovnaní s okrúhlym dizajnom (Haeussermann et al., 2016), čím znižuje riziko výskytu mastitídy (Neijenhuis et al., 2001b).

## **2.3 VYUŽITIE INFORMÁCIÍ O PRIEBEHU DOJENIA A ANALÝZY MLIEKA PRE DETEKCIU ZDRAVOTNE PROBLEMOVÝCH ZVIERAT**

Pre detekciu infikovaných zvierat sa dlhodobo úspešne používajú NK testy, ktoré sú však založené na subjektívnom hodnotení vzorky mlieka. Pre objektívnejšie hodnotenie je potrebná laboratórna analýza, ktorá sa v praxi prevádza v rámci kontroly úžitkovosti a pri speňažovaní mlieka.

Firmy v dnešnej dobe ponúkajú širokú škálu nástrojov pre maximalizáciu produktivity a zvýšenie ziskov pre mliečnu farmu. Na vyhodnocovanie obrovského množstva údajov o celom stáde sa využívajú špeciálne softwarové programy (triedenie zvierat, detekcia mastitíd, detekcia ruje, detekcia metabolických porúch, monitoring účinnosti postupov pri dojení, sledovanie výživy, popôrodných problémov). Bežný spôsob identifikácie dojníc po príchode na dojáreň sú pedometre. Modernejší systém tzv. aktivitmetrovo umožňuje efektívne monitorovanie kráv v reálnom čase. Tieto systémy umožňujú kompletne monitorovanie reprodukcie a zdravia.

Niektoré typy aktivítmetrov taktiež poskytujú prehľad o príjme krmiva, vďaka monitoringu prežívania, pre skorú detekciu metabolických porúch.

Parametre dojenie ako nádoj (Tančin et al., 2006), PSB (Gašparík et al., 2017), obsah mliečneho tuku (Ducháček et al., 2015) a iné sa výrazne menia počas priebehu laktácie. Z toho dôvodu, je pre čo najkomplexnejšie vyhodnotenie nutné sledovať podrobne celú laktáciu. Najmodernejšie dojárne sú vybavené tzv. „in line real time“ mliečnymi laboratóriami, ktoré umožňujú komplexnú analýzu mlieka individuálne pre každú dojnicu, pre každé dojenie a dokonca aj v rôznych fázach jedného dojenia (Gašparík et al., 2016).

### **2.3.1. Analýza vzoriek mlieka**

Dobré zdravie hospodárskych zvierat je pre podporu bezpečnosti potravinového reťazca stále dôležitejšie. V mlieku je rada zložiek, podľa ktorých je možné kontrolovať zdravotný stav dojníc. Jedná sa o majoritné zložky ako tuk, bielkoviny, laktóza a počet somatických buniek a minoritné zložky ako metabolity s úzkou väzbou na výživový stav dojníc ako kyselina citrónová, močovina, voľné mastné kyseliny a ketóny (Hanuš et al., 2011). Priemerný obsah zložiek bol pre českú populáciu dojníc v roku 2017 na úrovni 3,93% tuku, 3,43% bielkovín a 4,98% laktózy a priemerný PSB bol 213 000 buniek.ml<sup>-1</sup> (Kvapilík et al., 2018).

Obsah zložiek mlieka je možné určiť viacerými metódami (Hanuš et al., 2016a). V laboratóriách pre rozbor mlieka sa obsah zložiek (tuk, laktóza, bielkovina) stanovuje hlavne za využitia infračervených absorpčných analyzátorov (Milkoscan, Lactoscope,...). Jedná sa o nepriame metódy merania a prístroje je treba pravidelne kalibrovať podľa príslušných referenčných metód (ČMSCH, 2018). PSB je v laboratóriách zapojených do kontroly úžitkovosti určovaný pomocou fluoro-opto-elektronickej metódy (napr. na prístroji Fossomatic 90) založenej na zafarbení somatických buniek fluorescenčným farbivom. Zafarbené somatické bunky vytvárajú v prietokovom cytometri elektrický impulz, vďaka ktorému sú detekované (ČMSCH, 2018). Mikrobiologická kvalita mlieka sa môže určiť napríklad kultiváciou na agaroch, prípadne priamym počítaním (Hanuš et al., 2016b; ČMSCH, 2018).

Stanovanie zložiek mlieka a PSB je v „in line real time“ laboratóriách založené na analýze optického žiarenia po prechode laseru cez mlieko a konduktivita mlieka je meraná konduktometriou. Výsledky pre zložky mlieka a PSB pri „in line real time“ analyzátoroch nie sú také presné ako pri využití laboratórneho vybavenia ako napríklad MilkoScan 133 B alebo

Lactoscope FTIR, ale tento problém je ľahko riešiteľný relevantnou kalibráciou (Hanuš et al., 2016a).

Niektoré farmové programy ponúkajú list dojníc s podozrením pre výskyt subklinickej mastitídy na základe zmien v nádoji, laktóze, elektrickej konduktivity a PSB. Informácie z analýzy mlieka je možné využiť aj na detekciu iných chorôb, ako napríklad subklinických ketóz na základe dynamiky pomeru tuku a proteínu na začiatku laktácie (Hanuš et al., 2016a).

### **2.3.2 Vzťahy medzi zložkami mlieka a intramamárnymi infekciami**

Intramamárne infekcie spôsobujú zmeny v zložení mlieka. Tieto zmeny vyplývajú z počiatočnej redukcie aktivity syntézy hlavných zložiek mlieka (napr. tuku, laktózy a kazeínu) a z nárastu obsahu krvných zložiek v dôsledku zápalovej reakcie (napr. sérový albumín, imunoglobulíny, obsah chloridu a sodíku) (Schultz, 1977, Larson et al., 1980).

Laktóza je spomedzi zložiek mlieka najstabilnejšia a k jej výkyvom môže dochádzať pri extrémnych a neobvyklých zmenách výživy (Jenkins a McGuire, 2006) a pri výskyte intramamárných infekcií. Jej prudký pokles je často pozorovaný pri výskyte infekcií spôsobených napr. baktériou *Escherichia coli* (Moyes et al., 2014; Bezman et al., 2015). Na druhej strane, Botaro et al. (2015) nezistili prudký pokles obsahu laktózy pri infekciách spôsobených druhom *Staphylococcus aureus* (4,32% infikované a 4,38% neinfikované).

Zmeny v mliečnom tuku a mliečnom proteíne môžu byť spôsobené aj niektorými typmi mastitíd (Azzara a Dimick 1985; Almeida et al. 1996; Moyes et al., 2014), ale nie sú také výrazné ako zmeny v obsahu laktózy. Množstvo vyprodukovaného tuku a proteínu (kg) je modifikované vplyvom intramamárných infekcií, ale rozsah tohoto vplyvu je otázný. Hlavným dôvodom pre zníženie absolútneho obsahu zložiek u mastitídnych kráv je celkové zníženie produkcie mlieka počas infekcie. Percentuálny obsah proteínu môže byť zavádzajúci, pretože vplyvom infekcie sa znižuje obsah kazeínu, avšak zvyšuje sa obsah zápalových nekoagulovateľných proteínov (Auldist et al., 1996; Seegers et al., 2003). V štúdií Houben et al. (1993) pozorovali zvýšenie percentuálneho obsahu proteínu u mastitídnych zvierat. Zmeny v percentuálnom obsahu proteínu vplyvom mastitídy sa pohybujú od -0,11 do +0,05 % a zmeny tuku od -0,06 do 0,20 %. Straty v absolútnom obsahu za laktáciu pri výskyte prípadu mastitídy sa pri tuku pohybujú od 3 do 22 kg a pri proteíne od 0 do 15 kg (Hortet a Seegers, 1998).

Výrazné zmeny v obsahu proteínu a tuku sú predovšetkým spôsobené zmenami v krmnej dávke (Hanuš et al., 2004; Samková et al., 2008), prípadne tieto zmeny môžu vypovedať o výskyte metabolických ochorení (Hanuš et al., 2004). Obsah tuku je taktiež ovplyvnený plemenom, kedy v roku 2017 dosiahla česká populácia jersey dojníc najvyšší obsah tuku s pomedzi všetkých kontrolovaných plemien a to 4,75 %. Pre porovnanie, najmenej tuku obsahovalo mlieko od holštajnských dojníc (3,85%). Medziplenné rozdiely existujú aj v obsahu mliečneho proteínu, kedy v roku 2017 najlepšie znova dopadli jersey dojnice (3,75%) a najhoršie holštajnské dojnice (3,36%) (Kvapilík et al., 2018).

### **2.3.3 Vzťah medzi PSB a intramamárnymi infekciami**

Zvýšenie počtu somatických buniek (PSB) pri výskyte intramamárnej infekcie je dlhodobo potvrdzovaný vzťah (Schepers et al., 1997; Djabri et al., 2002; Tančin et al., 2007a; Bezman et al., 2015). Keď baktéria vstúpi do vnútra vemena, organizmus kravy odpovedá posielaním veľkého množstva bielych krviniek do mliečnej žlazy a mlieka. Biele krvinky zničia tieto baktérie. Spolu s epitálnymi bunkami tvoria somatické bunky mlieka a ich počet sa nemení po tom ako mlieko opustí kravu. Sledovanie vývoja somatických buniek je momentálne jeden z najdôležitejších nástrojov pre skorú identifikáciu mastitídnych zvierat (Cellcheck Programme Technical Working Group, 2011).

Ako neinfikované kravy sa označujú kravy s PSB nižším ako  $100\ 000\ \text{buniek.ml}^{-1}$  (Cellcheck Programme Technical Working Group, 2011). Pre identifikáciu a separáciu neinfikovaných od infikovaných štvrtiek sa ale odporúča použiť hranicu  $200\ 000\ \text{buniek.ml}^{-1}$  (Schepers et al., 1997; Djabri et al., 2002). Zvýšenie PSB v mlieku, ktoré nie je spojené z infekciou vemena sa môže objavovať do 20. dňa po otelení. Taktiež sa zvýšenie PSB môže objavovať na konci laktácie, keď je objem vydojeného mlieka menší a teda PSB sú „koncentrovanejšie“. Avšak, zvýšenie PSB u neinfikovaných zvierat je len minimálne. Analýzou vzorky mlieka s tanku je možné odhadnúť percento infikovaných kráv v stáde, kedy každých  $100\ 000\ \text{buniek.ml}^{-1}$  nad  $100\ 000\ \text{buniek.ml}^{-1}$  indikuje, že približne 10% stáda je infikovaných (napr.  $200\ 000\ \text{buniek.ml}^{-1} = 10\%$  stáda). Séria analýz tankových vzoriek je potrebná na vyhodnotenie úrovne a trendu PSB v stáde. Náhle zvýšenie o 10 % a viac môže poukázať na nepostrehnutie klinického prípadu mastitídy (Cellcheck Programme Technical Working Group, 2011).

Mastitída môže byť spôsobená mnohými rôznymi patogénmi, ktoré neustále kolujú vo vonkajšom prostredí a menia sa v čase a mieste (Heringstad et al., 2000). Dôsledky infekcie a zápalu závisia od povahy infekčných druhov. Niektoré patogény spôsobujú hlavne klinické mastitídy (napr. *Escherichia coli*) a iné zase prevažne subklinické mastitídy (napr. *Staphylococcus aureus*), zatiaľ čo niektoré patogény môžu spôsobovať infekciu so subklinickými aj klinickými prejavmi (napr. streptokoky s výnimkou *Streptococcus agalactiae*) (Schukken et al., 1997). De Haas et al. (2002) a Koeck et al. (2014) uvádza, že klinická mastitída spôsobená odlišnými patogénmi má rôzny vplyv na vývoj PSB počas laktácie. Napríklad PSB je nízky pred klinickou mastitídou spôsobenou *E. coli* a rýchlo klesá po vyliečení klinickej mastitídy na úroveň iba o niečo vyššiu ako pred infekciou. Pri sledovaní klinických mastitíd spôsobených patogénom *Staphylococcus aureus* pozorujeme rozdielny vývoj PSB. Typický je nárast PSB pred prejavom klinickej mastitídy, čo naznačuje, že patogén je už prítomný a spôsobuje subklinickú mastitídu pred klinickými príznakmi. Navyše, PSB zostáva zvýšený aj po vyliečení klinickej mastitídy spôsobenej baktériou *Staphylococcus aureus*.

Ako zlatý štandard pre detekciu mastitíd sa považuje PSB, ale konduktivita mlieka je taktiež široko používaný indikátor zdravia vemena (Viguiet et al., 2009). Jej využitie pre detekciu infikovaných dojníc spočíva v jej tendencii zvyšovať sa v mlieku z infikovaných vemien (Bansal et al., 2005; Norberg, 2005).

### **2.3.4 Vzťahy medzi tokom mlieka a intramárnymi infekciami**

Moderné zariadenia nám ponúkajú aj viacero informácií o priebehu dojenia. Z krivky toku mlieka môže skúsený zooteknik odčítať viacero užitočných informácií ako napríklad výskyt bimodálnych tokov, maximálny tok mlieka, dĺžku dojenia, dĺžku fázy poklesu toku mlieka, dĺžka dojenia na prázdno a mnoho ďalších (Steidle et al., 2000). Výskyt bimodálnych tokov, dĺžka dojenia naprázdno a dĺžka fázy klesania toku mlieka sa vo vzťahu k mastitíde považujú za rizikové faktory (Sandrucci et al., 2007; Tančin et al., 2007a; Tančin et al., 2007b; Kaskous a Bruckmaier, 2011). U dojníc s dlhou dobou trvania fázy poklesu toku mlieka bol zistený vyšší počet somatických buniek v mlieku (Naumann et al., 1998). Štvrtky z vysokým priemerným a maximálnym tokom mlieka majú vyššiu náchylnosť pre vznik intramárných infekcií (Grindal et al., 1991; Lacy-Hulbert et al., 1995; Naumann a Fahr; 2000). Pri porovnaní dvoch skupín dojníc s nízkym a vysokým počtom somatických buniek sa zistilo, že dojnice s vysokým počtom somatických buniek mali preukázateľne vyšší maximálny tok mlieka

(Tančin et al., 2001a). Podobné výsledky publikovali aj Mijic et al. (2002), ktorí zistili najvyšší počet somatických buniek pri dojniciach holštajnského plemena, ktoré dosahovali vysoký maximálny minútový prietok mlieka (nad 4,5 kg.min<sup>-1</sup>).

Značné medziplotenné rozdiely sa vyskytujú aj v priemernej a maximálnej výške toku mlieka za minútu. Pri hodnotení laktácie nízko-produkčného pinzgauského plemena Antalík a Strapák (2010) pozorovali priemerný minútový prietok mlieka na úrovni 1,76 kg.min<sup>-1</sup> a maximálny tok mlieka bol 3,08 kg.min<sup>-1</sup>. Taktiež pozorovali vysoký výskyt bimodálnych tokov (32,98 %). V porovnaní z vysoko produkčnými dojniciami holštajnského plemena je tok mlieka výrazne nižší, čo súvisí aj s vyšším množstvom vydojeného mlieka. V štúdií Strapák et al. (2009) bol priemerný tok mlieka u holštajnského plemena 2.84 kg.min<sup>-1</sup> a priemerný maximálny tok mlieka bol 4,49 kg.min<sup>-1</sup>.

### **2.3.5 Využitie dát s kontroly úžitkovosti pre detekciu zdravotne problémových dojníc**

Rutinná analýza mlieka sa vykonáva na celonárodnej úrovni v rámci kontroly úžitkovosti. Kontrola mliečnej úžitkovosti dojníc prebieha v Českej Republike už od roku 1905. V posledných rokoch sa do kontroly úžitkovosti zapája viac ako 93% dojníc, čo patrí medzi najväčší podiel s pomedzi členských organizácií ICAR (Bucek, 2018). Vzorka mlieka (25-30 ml) sa odoberá individuálne pre každú dojnicu zapojenú do kontroly úžitkovosti raz za mesiac a analyzuje sa na PSB, obsah bielkovín, tuku a laktózy, prípadne obsah ďalších mliečnych zložiek ako močovina, voľné mastné kyseliny, kyselina citrónová a ketolátky (Stádník a Vacek, 2006).

Avšak, využívanie údajov s kontroly úžitkovosti je pre detekciu klinických mastitíd v stáde nedostatočné, to hlavne z dôvodu nízkej frekvencie kontrol a dlhšej analýzy vzoriek mlieka. Na druhej strane, výsledky kontroly úžitkovosti môžu chovateľa upozorniť na dlhotrvajúce prípady subklinických mastitíd u individuálnych dojníc, prípadne na iné pretrvávajúce problémy v chove. Informácie z kontroly úžitkovosti sú predovšetkým využívané na selekciu zvierat a zabezpečenie genetického pokroku. Šľachtitelia využívajú údaje s kontroly úžitkovosti pre počítanie plemenných hodnôt a spresňovanie selekčných indexov (Koeckel et al., 2012; Jamrozik et al., 2013), prípadne sa ich výskumní pracovníci snažia využiť na predikciu rizika chorôb (Heuer et al., 1999). Využitím dát s prvej kontroly úžitkovosti v danej laktácii sa venovali v štúdií Heuer et al. (1999), kedy označili dojnice z pomerom tuk : bielkovina vyšším ako 1,5 ako náchylnejšie na vznik klinickej mastitídy. Breen et al. (2009)

v podobnej štúdií pozorovali vyššie riziko pre vznik klinickej mastitídy, ak dojnica dosiahla na prvej kontrole úžitkovosti viac ako 199 000 buniek.ml<sup>-1</sup> a zároveň mala menej ako 3,2% bielkovín v mlieku. Znak áno/nie pre dosiahnutie 500+ tisíc somatických buniek.ml<sup>-1</sup> v deň kontroly úžitkovosti počas laktácie zahrnuli do svojich selekčných indexov pre zlepšenie rezistencie proti mastitíde Koeck et al. (2012) aj Jamrozik et al. (2013).

### **2.3.6 Využitie fenotypového zberu dát a genomiky pre šľachtenie dojníc s vyššou rezistenciou proti mastitíde**

Od konca sedemdesiatych rokov minulého storočia sú údaje o PSB široko používaný nástroj ako fenotypový indikátor mastitídy v šľachtiteľských programoch po celom svete. Nárast PSB je spôsobený mobilizáciou bielych krviniek v reakcii na prítomnosť patogénu vo vemene a teda úzko koreluje s intenzitou zápalového procesu (Coffey et al., 1986).

Iné vlastnosti, ako napr. hĺbka vemena alebo rýchlosť dojenja sú asociované s mastitídou (Seykora a McDaniel, 1985; Sorensen et al., 2000; Rupp a Boichard, 2003) a boli využité pre zlepšenie presnosti indexu rezistencie proti mastitíde v porovnaní s indexom zohľadňujúcim len PSB (Boettcher et al., 1998). Tieto vlastnosti, spojené s PSB, boli základom selekcie zvierat pre rezistenciu proti mastitíde v posledných desaťročiach vo viacerých krajinách. Zahrnutie fenotypového prejavu klinickej mastitídy do selekčných indexov by ďalej spresnilo tento index, avšak len zopár krajín dlhodobo zbiera tieto údaje na celonárodnej úrovni (Nórska národná databáza -1975, Fínska národná databáza – 1982, Švédsko národná databáza - 1984, Dánska národná databáza – 1990) (Heringstad et al., 2000). Vďaka stúpajúcemu dopytu pre zdravšie dojnice sa do zberu údajov do centrálnej evidencie o výskyte klinických mastitíd postupne zapája viac a viac krajín ako Francúzsko, Kanada, Nemecko, a po novom aj Česká republika. Tieto datasey umožnia výskumným pracovníkom vyhodnotiť výskyt klinických mastitíd v populácií a preskúmať genetické pozadie nie len samotných mastitíd, ale aj vzťahy intramamárnych ochorení k ďalším ekonomicky dôležitým vlastnostiam pre mliečny priemysel (Martin et al., 2018).

Selektívne šľachtenie pre zlepšenie rezistencie proti mastitíde môže poskytnúť ďalšie možnosti pre kontrolu tohoto ochorenia. Úspech genetickej selekcie bude závisieť na odhade dedičnosti tohto znaku a genetickej variabilite. Podľa prvotných štúdií je dedičnosť pre tento znak nízka a je ešte nižšia ako dedičnosť PSB (Canadian Dairy Network, 2016). Hodnoty sa pohybujú od 0,02 po 0,10. Pre časť českej holštajnskej populácie (n = 10294) Zavadilová et al.

(2013) vypočítali dedičnosť pre rezistenciu ku klinickej mastitíde na úrovni 0,09. V Kanade sa dlhodobo pokúšali vytvoriť čo najpresnejší model pre vyhodnotenie náchylnosti k mastitíde. Súčasný model vysvetľuje 72% genetickú premenlivosť a model zahrňuje priemerný PSB na začiatku laktácie, hĺbku vemena, pripnutie vemena, skóre telesnej kondície a znak áno/nie pre dosiahnutie 500+ tisíc somatických buniek.ml<sup>-1</sup> v deň kontroly úžitkovosti (Koeck et al., 2012). Index vytvorený v kanadskej štúdií Jamrozik et al. (2013) zahŕňa prípad klinickej mastitidy v prvej laktácii/d'alších laktáciách, PSB v prvej laktácii/d'alších laktáciách, znak áno/nie pre dosiahnutie 500+ tisíc somatických buniek.ml<sup>-1</sup> v deň kontroly úžitkovosti v prvej laktácii/d'alších laktáciách; a 3 znaky bonitácie prvoteliok (hĺbka mena, upnutie vemena, telesná kondícia). Odhad dedičnosti pri využití tohoto modelu je 0,12. Pri počítaní plemenných hodnôt pre býkov je pre presnosť rozhodujúca veľkosť populácie dcér a genomické vyhodnotenie (Miglior et al., 2016; Martin et al., 2018).

Súkromné inseminačné firmy taktiež reagujú na dopyt farmárov po menej problémových zvieratách a pracujú na vytváraní indexov pre dosiahnutie lepšieho zdravia pre dojnice. Jeden z mnohých príkladov z praxe je Better Life Health (BLH). Vysoké skóre znamená, že potomstvo bude mať lepšie výsledky reprodukcie a menej zdravotných problémov, ako sú napr. mastitídy, krívanie alebo komplikované pôrody. Index je vypočítaný z genetických predispozícií býka pre plodnosť, obtiažnosť telenia, prežiteľnosť teliat, zdravie vemene a paznechtov (Herenbrink et al., 2017). V dnešnej dobe dochádza k doplňovaniu a spresňovaniu selekčných indexov pre zlepšenie zdravia dojníc a efektívnosti farmy. Identifikácia rizikových faktorov morfológie cecku a jeho vnútorných štruktúr by mohlo dopomôcť k ďalšiemu spresňovaniu a napredovaniu týchto indexov.



### 3 HYPOTÉZY A CIELE PRÁCE

Na základe vyššie citovanej literatúry boli vyslovené nasledujúce hypotézy:

- Predpokladáme, že nevyhovujúca morfológia cecku a nevhodné rozmery ceckových štruktúr zvyšujú riziko vzniku intramamárnych infekcií a budú mať negatívny dopad na zloženie mlieka.
- Predpokladáme, že rozsah morfologických zmien cecku spôsobených dojením sa mení počas produkčného života kravy a pri výrazných zmenách cecku počas dojenia dochádza k trvalým morfologickým zmenám.
- Predpokladáme, že existujú medzipliesmenné rozdiely v morfológii ceckových štruktúr a ich reakcií na dojenie, ktorých rozsah bude mať rôzny vplyv na náchylnosť pre vznik intramamárnych ochorení.

Pre overenie pravdivosti hypotéz boli určené nasledovné ciele:

- Analýza rozmerov sledovaných ceckových štruktúr pre jednotlivé dojnice a vyhodnotenie ich vplyvu na zdravie vemena, zloženie a kvalitu mlieka.
- Určiť mieru vplyvu morfológie cecku, štádia a poradia laktácie na morfologické zmeny spôsobené dojením s následným vyhodnotením ich vplyvu na trvalé zmeny morfológie cecku
- Porovnať rozdiely medzi mliečnymi plemenami (jersey a holštajnské plemeno) v morfológii ceckov, ich reakcií na podmienky dojenia a ich náchylnosti pre vznik intramamárnych infekcií.

## 4 METODIKA PRÁCE

### 4.1 FARMY A ZVIERATÁ V TESTE

#### Experiment I

Prvý pokus prebiehal na školskom poľnohospodárskom podniku Lány, farma Ruda, Česká republika v období od Júla 2016 do Júna 2017. Do pokusu boli zahrnuté dojnice holštajnské plemena (H) o počte 59 kusov na prvej (n = 16), druhej (n = 21), tretej (n = 13) a štvrtej (n = 9) laktácií. Telenie testovaných dojníc prebiehalo od 1.7.2016 do 22.8.2016. Dojnice boli dojené dvakrát denne. Pre prevedenie merania bolo vybrané večerné dojenie, ktoré začína o 16:30.

Technické parametre dojárne:

- Typ: Rybinová dojáraň; 2 x 12
- Pulzácia: pomer 60:40; 55 pulzov za minútu
- Automatické ukončenie dojenia: Kritický prietok 0,5 kg.min<sup>-1</sup>
- Úroveň podtlaku: 42 kPa
- Stimulácia: Čistenie ceckov pred dojením; oddávanie prvých strekov z každého cecku
- Cecková guma: Trojstranná konkávna; Milkrite IP10, priemer otvoru 23 mm

#### Experiment II

Druhý pokus prebiehal na školskom poľnohospodárskom podniku Lány, farma Požáry, Česká republika v období od Júla 2017 do Júna 2018. Do pokusu boli zahrnuté dojnice plemena jersey (J) o počte 45 kusov na prvej (n = 26), druhej (n = 4), tretej (n = 9), štvrtej a ďalšej (n = 6) laktácií. Poradie laktácie dojníc zapojených do testu neodpovedá štandardnému rozdeleniu stáda, pretože v tomto období došlo k zvyšovaniu početného stavu dojníc na farme a to hlavne nákupom vysokoteľných jalovic. Telenie testovaných dojníc prebiehalo od 25.6.2017 do 28.8.2017. Dojnice bolo dojené dvakrát denne. Pre prevedenie merania bolo vybrané večerné dojenie, ktoré začína o 15:30.

Technické parametre dojárne:

- Typ: Rybinová dojáraň; 2 x 6
- Pulzácia: pomer 60:40; 55 pulzov za minútu

- Automatické ukončenie dojenja: Kritický prietok  $0,42 \text{ kg}\cdot\text{min}^{-1}$
- Úroveň podtlaku: 42 kPa
- Stimulácia: Čistenie ceckov pred dojením; oddávanie prvých strekov z každého cecku
- Cecková guma: nitrilová guma, okrúhly dizajn, Spaggiari Timepro, priemer otvoru 23 mm

Kravy zapojené do pokusu sa telili priebežne po dobu dvoch mesiacov a vzhľadom na rôznu veľkosť dojeného stáda na farmách bola veľkosť testovanej skupiny rozdielna na jednotlivých farmách.

## 4.2 ZBER DÁT O MORFOLÓGIÍ CECKU

V priebehu pokusu bola meraná vonkajšia morfológia všetkých ceckov vemena (priemer cecku pri vnútornom zakončení ceckového kanálíka, priemer cecku 15 mm od vnútorného zakončenia ceckového kanálíka, dĺžka cecku) a vnútorné ceckové štruktúry (dĺžka ceckového kanálíka, hrúbka steny cecku 10 mm od vnútorného ukončenia ceckového kanálíka, šírka ceckovej cisterny 10 mm od vnútorného ukončenia ceckového kanálíka). Meranie vnútorných ceckových štruktúr v daných miestach je v súlade s metodikou Strapák et al., 2015 a Martin et al., 2018. Dĺžka ceckov bola meraná posuvným meradlom. Vnútorné štruktúry boli merané pomocou ultrasonografie (ultrasonograf ALOKA SSD 500 - Hitachi Aloka, Japan, a lineárna sonda s frekvenciou 7,5 MHz) s využitím vodného kúpeľa (Stádník et al., 2011). Meranie ceckových štruktúr boli realizované tým istým človekom počas celej doby experimentu. Meranie sledovaných ceckových štruktúr bolo realizované vždy ihneď pred a ihneď po večernom dojení. Na vyhodnotenie ultrasonografických záberov bol využitý program NIS-Elements AR 3.2 (Nikon Corp.; Japan) a všetky záznamy boli spracované tým istým človekom pre zamedzenie chyby merania.

Z nameraných údajov bola nasledovne vypočítaná aj priemerná dĺžka ceckov na vemene ( $x_{\text{Cec}}$ ) ako aritmetický priemer dĺžky (mm) všetkých ceckov na vemene dojnice. Na základe merania po dojení bola vypočítaná relatívnu zmenu ceckových štruktúr a dĺžky cecku vplyvom dojenja ako  $=[(\text{hodnota po dojení v mm} - \text{hodnota pred dojením})/\text{hodnota pred dojením}] * 100$ .

Prvé meranie prebehlo do 17 dní po otelení. Ďalšie merania prebiehali v mesačných intervaloch do prvej polovice laktácie (cca 150 dní v laktácii). Finálne meranie bolo vykonané na konci laktácie, čiže pre každú testovanú dojnicu bolo vykonaných sedem meraní. Výnimkou

boli dojnice, ktoré boli z rôznych dôvodov vyradené z produkčného stáda počas priebehu testu. Celý pokus dokončilo 38 H a 39 J. Týchto sedem meraní reprezentuje sedem štádií laktácií (ŠtLa1-7). Jednotlivé štádia boli ohraňované na základe dní v laktácií (DIM) nasledovne: ŠtLa1 (n = 104) = 1 – 17 DIM; ŠtLa2 (n = 99) = 30 – 49 DIM; ŠtLa3 (n = 97) = 57 – 78 DIM; ŠtLa4 (n = 95) = 90 – 113 DIM; ŠtLa5 (n = 93) = 115 – 140 DIM; ŠtLa6 (n = 91) = 147 – 170 DIM; ŠtLa7 (n = 77) = 217 – 314 DIM.

### **4.3 ZÍSKAVANIE DÁT O MLIEKU, PARAMETROCH DOJENIA A VÝSKYTE OCHORENÍ**

Údaje o nádoji (denný nádoj v kg), zložení mlieka (obsah bielkovín %, obsah tuku %), konduktivity mlieka (denný priemer v  $\text{mS}\cdot\text{m}^{-1}$ ) a dĺžke dojenja (denný priemer v min) boli získané z „in line real time“ mliečnych analyzátorov Afilab individuálne pre každú dojnicu ku každému dojeniu. Z kontroly úžitkovosti boli využité údaje o počte somatických buniek pre testované dojnice. Pre štatistické vyhodnotenia sa používali namerané hodnoty ku dňu meraniu. Vďaka lepšiemu technologickému vybaveniu dojárne na farme Ruda máme pre holštajnské testované dojnice navyše k dispozícii údaje o % obsahu laktózy, % obsah krvi v mlieku, počte dní strávených v subklinickej mastitíde, a počte somatických buniek. Systém Afilab vyhodnocuje PSB v mlieku do štyroch tried - 1 (0-200 tisíc buniek $\cdot\text{ml}^{-1}$ ), 2 (200-400 tisíc buniek $\cdot\text{ml}^{-1}$ ), 3 (400-800 tisíc buniek $\cdot\text{ml}^{-1}$ ), 4 (800+ tisíc buniek  $\cdot\text{ml}^{-1}$ ). Hodnoty dosiahnutej triedy PSB ku dňu merania, z dvoch predchádzajúcich dní a z dvoch nasledujúcich dní boli spriemerovaná a využité pre výpočet parametru relatívny PSB (rPSB). Pre testované jersey dojnice boli údaje o PSB z Afilabu nahradené údajmi o PSB z kontroly úžitkovosti ku mesiacu meraniu. Doplnujúce informácie o testovaných dojniciach boli získané z evidencie fariem (číslo dojnice, dátum narodenia, dátum otelenia, poradie laktácie). Priemerné hodnoty za laktáciu (nádoj, konduktivita mlieka, dĺžka dojenja, počet somatických buniek z analýzy mlieka v rámci kontroly úžitkovosti - PSB-KU, počet somatických buniek z analýzy mlieka v analyzátoch Afilab - PSB-AFI, obsah tuku, obsah bielkovín %, obsah laktózy %, obsah krvi %) boli použité pre štatistické vyhodnotenie a boli vypočítané ako aritmetický priemer hodnôt od začiatku laktácie po 285. deň v laktácií.

## 4.4 ŠTATISTICKÉ VYHODNOTENIE

Dataset z nazbieranými údajmi sa vytvoril v program Microsoft Excel 2016 (Microsoft; USA). Na štatistické vyhodnotenie nazbieraných dát bol využitý štatistický software SAS 9.3 (SAS/STAT® 9.3, 2011). Pre výpočet základných štatistických údajov o datasete bola použitá procedúra UNIVARIATE a MEANS. Frekvencie boli vytvorené procedúrou FREQ. Vzájomné vzťahy boli vypočítané procedúrou CORR, prípadne REG. Pre výber vhodných modelov výpočtu (efektov do modelových rovníc) bola použitá procedúra REG metóda STEPWISE. Najlepší model pre vyhodnotenie bol vybratý na základe hodnôt z Akaike Information Criterion (AIC). Vplyv vybraných faktorov na sledované parametre a ich štatistická preukázateľnosť boli zistené za využitia procedúry GLM a MIXED. Rozdiely medzi úrovňami hodnotených efektov boli testované za pomoci Turkey-Kramer testu. V nasledujúcich podkapitolách je uvedený podrobnejší popis jednotlivých štatistických vyhodnotení navrhnutých pre overenie stanovených hypotéz.

### 4.4.1 Vyhodnotenie vplyvu dĺžky cecku na zdravie, nádoj a dĺžku dojenia

Vzťahy medzi xCec, rPSB, konduktivitou, nádojom a dĺžkou dojenia boli vypočítané pomocou procedúry CORR. Porovnanie dĺžky predných a zadných ceckov bolo vykonané párovaným T-testom. Následne, detailné vyhodnotenie vplyvu vybraných fixných efektov xCec, štádia laktácie a poradia laktácie na vybrané parametre (nádoj, konduktivita, dĺžka dojenia, rPSB) bolo vykonané procedúrou MIXED. Pre MIXED procedúru boli testované dojnice rozdelené do troch skupín na základe xCec: vemená s krátkymi ceckami (najkratších 20% u H = pod 45 mm), vemená z normálnymi ceckami a vemená s dlhými ceckami (najdlhších 20% u H = nad 45 mm). Pre J boli zvolené rovnaké parametre pre tvorbu skupín aby bolo možné lepšie porovnať sledované plemená.

Modelová rovnica:  $y_{ijklm} = \mu + a_i + b_j + c_k + D_l + e_{ijklm}$

$y_{ijklm}$  - hodnota závislej premennej (nádoj, konduktivita, dĺžka dojenia, rPSB),

$\mu$  - priemerná hodnota závislej premennej,

$a_i$  - fixný efekt priemernej dĺžky ceckov na vemene - (pro H -  $i= 1, < 45$  mm,  $n = 70$ ;  $i= 2, 45 - 55$  mm,  $n = 209$ ;  $i= 3, > 55$  mm,  $n = 81$ ) (pro J -  $i= 1, < 45$  mm,  $n = 114$ ;  $i= 2, 45 - 55$  mm,  $n = 145$ ;  $i= 3, > 55$  mm,  $n = 37$ ),

$b_j$  – fixný efekt poradia laktácie - PoLa (pro H -  $j=1$ ,  $n=101$ ;  $j=2$ ,  $n=128$ ;  $j=3$  a viac,  $n=130$ ) (pro J -  $j=1$ ,  $n=180$ ;  $j=2$ ,  $n=28$ ;  $j=3$  a viac,  $n=87$ ),

$c_k$  – fixný efekt štádia laktácie – ŠtLa (pro H -  $k=1$ , 1 – 17 DIM,  $n=59$ ;  $k=2$ , 30 – 51 DIM,  $n=55$ ;  $k=3$ , 57 – 78 DIM,  $n=55$ ;  $k=4$ , 90 – 113 DIM,  $n=53$ ;  $k=5$ , 115 – 141 DIM,  $n=49$ ;  $k=6$ , 147 – 170 DIM,  $n=51$ ;  $k=7$ , 217 – 314 DIM,  $n=38$ ) (pro J -  $k=1$ , 3 – 17 DIM,  $n=44$ ;  $k=2$ , 30 – 46 DIM,  $n=44$ ;  $k=3$ , 61 – 77 DIM,  $n=42$ ;  $k=4$ , 92 – 113 DIM,  $n=42$ ;  $k=5$ , 121 – 141 DIM,  $n=42$ ;  $k=6$ , 149 – 165 DIM,  $n=42$ ;  $k=7$ , 286 – 314 DIM,  $n=39$ ),

$d_l$  – náhodný opakovaný efekt zvierat'a ( $n=38-59$ ),

$e_{ijklm}$  – náhodná reziduálna chyba

Hladina významnosti  $P < 0,01$  a  $P < 0,05$  bola použitý pre vyhodnotenie rozdielov medzi skupinami.

#### 4.4.2 Vyhodnotenie faktorov ovplyvňujúce zmeny počas dojenia

Dataset pre vyhodnotenie bol rozdelený do troch skupín na základe dĺžky cecku pred dojením - krátke cecky  $<43.1$  mm; normálne cecky -  $43.1-52.1$  mm; dlhé cecky  $>52.1$  mm) na základe aritmetických priemerov a štandardnej odchýlky ( $<\bar{x} - \frac{1}{2}s, \bar{x} - \frac{1}{2}s$  až  $\bar{x} + \frac{1}{2}s, >\bar{x} + \frac{1}{2}s$ ). Vyhodnotenie vplyvu vybraných efektov na predĺženie cecku vplyvom dojenia (PrdC) bolo spravené procedúrov MIXED. Pre modelovú rovnicu boli použité fixné efekty plemena, pozície cecku (PoCe), poradia laktácie (PoLa), štádia laktácie (ŠtLa), interakcie medzi plemenom a PoCe, interakcie medzi plemenom a PoLa, interakcie medzi plemenom a ŠtLa; a náhodný efekt zvierat'a v opakovaní.

Modelová rovnica:  $y_{ijklmn} = \mu + a_i + b_j + c_k + d_l + f_m + ab_{ij} + ac_{ik} + ad_{il} + e_{ijklmn}$

kde:

$y_{ijklmn}$  - hodnota závislej premennej (všetky cecky, krátke cecky, normálne cecky a dlhé cecky (r% a abs. PrdC)),

$\mu$  – priemerná hodnota závislej premennej,

**a<sub>i</sub>** – fixný efekt plemena (pre celý dataset – i = H, n = 1440; i = J, n = 1184; krátke cecky - i = H, n = 1099; i = J, n = 724; normálne cecky - i = H, n = 909; i = J, n = 782; dlhé cecky - i = H, n = 872; i = J, n = 862);

**b<sub>j</sub>** – fixný efekt poradia laktácie (pre celý dataset - j = 1, n = 1124; j = 2+, n = 1500; krátke cecky - j = 1, n = 651; j = 2 a viac, n = 1172; normálne cecky - j = 1, n = 736; j = 2 a viac, n = 955; dlhé cecky - j = 1, n = 861; j = 2 a viac, n = 873),

**c<sub>k</sub>** – fixný efekt štádia laktácie (pre celý dataset - k = 1, 3 – 17 DIM, n = 416; k = 2, 30 – 46 DIM, n = 396; k = 3, 63 – 77 DIM, n = 388; k = 4, 92 – 113 DIM, n = 380; k = 5, 121 – 137 DIM, n = 364; k = 6, 149 – 165 DIM, n = 372; k = 7, 286 – 314 DIM, n = 308; krátke cecky - k = 1, 3 – 17 DIM, n = 273; k = 2, 30 – 46 DIM, n = 297; k = 3, 63 – 77 DIM, n = 286; k = 4, 92 – 113 DIM, n = 271; k = 5, 121 – 137 DIM, n = 248; k = 6, 149 – 165 DIM, n = 233; k = 7, 286 – 314 DIM, n = 215; normálne cecky - k = 1, 3 – 17 DIM, n = 273; k = 2, 30 – 46 DIM, n = 261; k = 3, 63 – 77 DIM, n = 252; k = 4, 92 – 113 DIM, n = 236; k = 5, 121 – 137 DIM, n = 224; k = 6, 149 – 165 DIM, n = 246; k = 7, 286 – 314 DIM, n = 199; dlhé cecky - k = 1, 3 – 17 DIM, n = 286; k = 2, 30 – 46 DIM, n = 234; k = 3, 63 – 77 DIM, n = 238; k = 4, 92 – 113 DIM, n = 254; k = 5, 121 – 137 DIM, n = 256; k = 6, 149 – 165 DIM, n = 265; k = 7, 286 – 314 DIM, n = 202),

**d<sub>l</sub>** – fixný efekt pozície cecku (pre celý dataset – l = ľavý predný LF, n = 656; l = ľavý zadný, n = 656; l = pravý predný, n = 656; l = pravý zadný, n = 656; krátke cecky - l = ľavý predný, n = 592; l = ľavý zadný, n = 296; l = pravý predný, n = 598; l = pravý zadný, n = 337; normálne cecky - l = ľavý predný, n = 460; l = ľavý zadný, n = 410; l = pravý predný, n = 427; l = pravý zadný, n = 394; dlhé cecky - l = ľavý predný, n = 260; l = ľavý zadný, n = 606; l = pravý predný, n = 287; l = pravý zadný, n = 581),

**f<sub>m</sub>** – opakovaný efekt zvierat'a (n = 105 zvierat s počtom meraní 1 do 7);

**ab<sub>ij</sub>** – fixný efekt interakcie plemena x PoLa;

**ac<sub>ik</sub>** – fixný efekt interakcie plemena x ŠtLa,

**ad<sub>il</sub>** – fixný efekt interakcie plemena x PoCe;

**e<sub>ijklmn</sub>** – náhodná reziduálna chyba

Hladina významnosti  $P < 0.05$  bola použitý pre vyhodnotenie rozdielov medzi skupinami.

#### 4.4.3 Vyhodnotenie rizikových morfológických vlastností cecku

Na základe predchádzajúcich vyhodnotení a štúdia literatúry boli identifikované rizikové morfológické vlastnosti ceckov s ohľadom na zdravie vemena (tab. 1). Cecky testovaných dojnic boli obodované na základe ultrasonografických záberov pre overenie možnosti binárneho hodnotenia cecku vo vzťahu ku zdraviu vemena. Celkovo bolo vyhodnotených 6 rizikových vlastností cecku s ohľadom na zdravie vemena a zloženie mlieka. Testovaná krava teda mohla dosiahnuť 0-6 bodov za každý cecok, 0 – 24 bodov za vemeno. Skúšobne bol taktiež zohľadnený aj efekt pozície cecku, kedy skóre dosiahnuté zadnými ceckami bolo prenasobené koeficientom 1,5. S prehľadom literatúry vyplýva, že náchylnosť zadných ceckov na incidenciu mastitídy je vyššie a preto je ich morfológia dôležitejšia. Podobne bol taktiež zohľadnený aj efekt poradia laktácie, kedy koeficientom 1,5 bolo prenasobené skóre zvierat na prvej, a tretej a ďalšej laktácií. Taktiež bolo vypočítané aj skóre zo zohľadnením pozície cecku a poradia laktácie. K štatistickému vyhodnoteniu vplyvu skóre za nevhodné morfológických vlastností boli využité procedúry UNIVARIATE, CORR a REG. Hodnotené boli základné štatistiky, Pearsonove korelačné koeficienty a lineárna regresia na úrovni cecku a na úrovni vemena.

Tab. 1 Kritériá bodovania rizikových morfológických vlastností cecku z ohľadom na zdravie vemena

Štruktúra	Riziková (= +1 bod) ak:	Identifikované autorom
Priemer strednej časti cecku	Najtenších 16,67% a najhrubších 16,67%	Guarín et al., 2017
		Seykora a McDaniel, 1985; Slettbakk et al., 1995;
Zmena šírky ceckovej steny vplyvom dojenia	Najvyšších 25%	Zwertvaegher et al., 2013a;
		Paulrud et al., 2005b
Priemer koncovej časti cecku	Najvyšších 25%	Guarín a Ruegg, 2016
Zmena priemeru koncovej časti cecku vplyvom dojenia	Menej ako -5% a viacej ako +5%	Zecconi et al., 1992;
		Hamann a Mein, 1996
Dĺžka ceckového kanáliku	Najkratších 16,67% a najdlhších 16,67%	Seykora a McDaniel, 1985;
		Celik et al., 2008; Strapák et al., 2015
Zmena dĺžky ceckového kanáliku vplyvom dojenia	Najvyšších 25%	Geishauser a Querengasser, 2000



## 5 VÝSLEDKY

### 5.1 DĚŽKA CECKOV HOLŠTAJNSKÉ PLEMENO

#### 5.1.1 Zákkladné štatistiky pre dĚžku ceckov

Zákkladné štatistiky pre dĚžku ceckov sú uvedené v tab. 2. Priemerná dĚžka ceckov v testovanej H skupine bola 50,68 mm a dĚžka jednotlivých ceckov sa pohybovala v rozmedzí od 22 mm do 96 mm. Zadné páry ceckov (45,05 mm) boli výrazne kratšie ako predné páry (56,32 mm, tab. 2). Pomer medzi zadnými a prednými párami ceckov u H bol 0,8.

Tab. 2 Zákkladná štatistika pre dĚžku ceckov pred a po dojení.

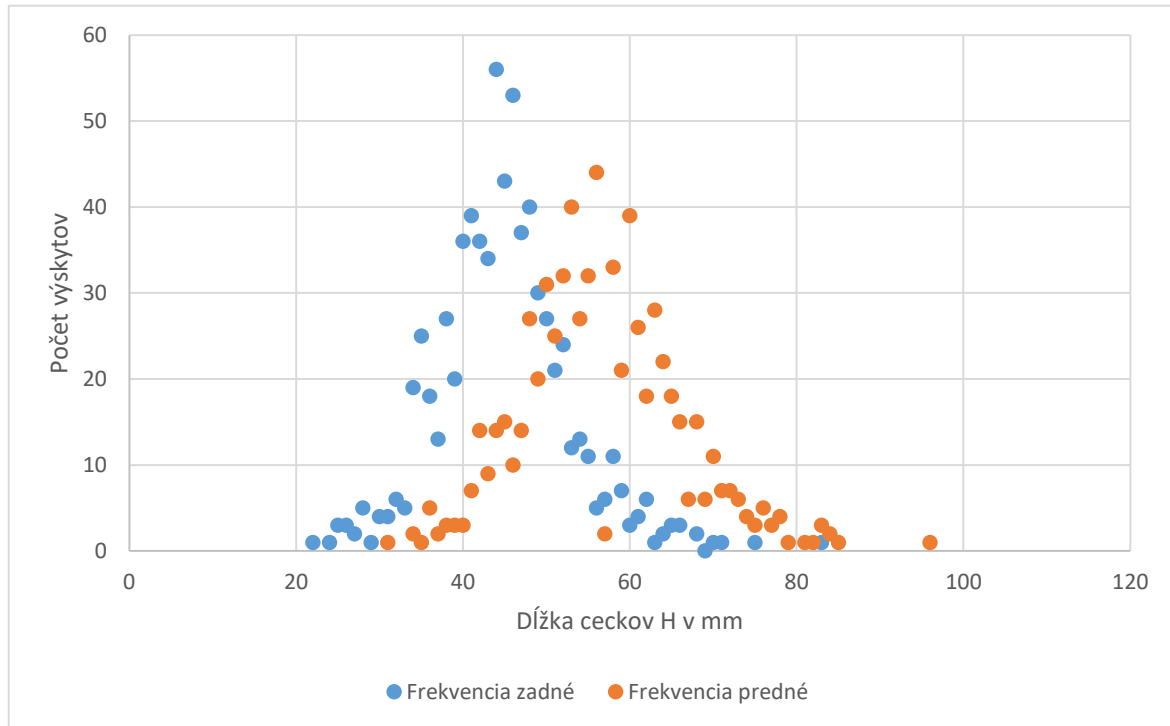
Poloha cecku	n	$\bar{x}$	s	min.	max.	s.e.	V (%)
Ľavý zadný pred	360	43,84	7,49	22	68	0,39	17,08
Pravý zadný pred	360	46,27	7,73	26	83	0,41	16,71
Ľavý predný pred	360	56,23	9,10	34	84	0,48	16,19
Pravý predný pred	360	56,41	9,31	31	96	0,49	16,51
Ľavý zadný po	360	48,20	7,49	26	71	0,39	15,54
Pravý zadný po	360	51,08	7,62	31	80	0,40	14,91
Ľavý predný po	360	61,07	8,67	42	90	0,46	14,20
Pravý predný po	360	61,73	8,81	39	101	0,46	14,27
Zadný pár pred	360	45,05	7,14	25	72	0,38	15,86
Predný pár pred	360	56,32	8,50	35,5	84	0,45	15,09
Zadný pár po	360	49,64	7,10	30,5	74	0,37	14,30
Predný pár po	360	61,40	8,08	40,5	89,5	0,43	13,17

n - počet meraní;  $\bar{x}$  - aritmetický priemer; s - smerodajná odchýlka; min. - minimálna hodnota; max. - maximálna hodnota; s.e. - stredná chyba aritmetického priemeru; V (%) – variačný koeficient

Rozpätie dĚžky ceckov v stáde spolu s ich dosahovanou frekvenciou sú graficky znázornené v grafe 1. Najčastejšie vyskytujúci zadný cecek mal 44 mm a vyskytoval sa u H 56 krát počas testovaného obdobia, zatiaľ čo najčastejšie sa vyskytujúci predný cecek mal 56 mm a dokopy sa u H namerá 44 krát. Extrémne hodnoty, s menej ako 50 výskytmi, boli do 34 mm

a nad 71 mm. Optimálne dlhé cecky (40 až 60 mm) sa vyskytovali celkovo 1033 krát z celkového počtu vyhodnotených ceckov 1440.

*Graf 1 Počet výskytov ceckov rôznych dĺžok v testovanom holštajnskom stáde.*



### 5.1.2 Hodnotené parametre mliečnej produkcie

H priemerne nadojili 33,05 kg a to priemerne za 7,39 min. Minimálny a maximálny nádoj dosahoval vysokého rozpätia, keďže sa sledovala celá laktácia. Najvyšší nádoj bol 57,4 kg a dosiahla ho krava na tretej laktácii v 41 DIM. Najdlhšie dojenie trvalo vyše 14 minút. Aj keď sa vydojilo 45,8 kg, dojenie stále považujeme za extrémne dlhé. Konduktivita mlieka dosahovala priemerne 8,82 ms.m<sup>-1</sup>, avšak z minimálnych a maximálnych hodnôt si môžeme všimnúť že najčastejšie sa pohybovala od 8 do 9, s občasnými prudkými nárastami. Úroveň rPSB poukazuje na dobrý zdravotný stav testovaného stáda (tab. 3). Priemerný obsah laktózy bol 4,98%, čo zodpovedá fyziologickému normálu. Obsah zložiek pre H v teste bol približne o 0,20% vyšší ako priemer českej populácie holštajnských dojníc (tab. 3).

Tab. 3 Základná štatistika pre hodnotené parametre mliečnej produkcie holštajnskeho testovaného stáda.

Hodnotené parametre	$\bar{x}$	s	min.	max.	s.e.	V (%)
Nádoj (kg)	33,05	7,42	7,7	57,4	0,39	22,46
Konduktivita (mS·m <sup>-1</sup> )	8,82	0,63	7,4	11,6	0,03	7,20
Dĺžka dojenia (min)	7,39	1,77	3,8	14,4	0,09	23,97
rPSB	1,39	0,67	1	4	0,03	47,91
Tuk (%)	3,97	0,31	3,37	4,78	0,05	7,69
Bielkovina (%)	3,58	0,11	3,28	3,80	0,02	2,95
Laktóza (%)	4,98	0,13	4,67	5,21	0,02	2,53
Krv (%)	0,05	0,06	0,00	0,31	0,01	123,52

$\bar{x}$  - aritmetický priemer; s - smerodajná odchýlka; min. - minimálna hodnota; max. - maximálna hodnota; s.e. - stredná chyba aritmetického priemeru; V (%) – variačný koeficient; rPSB – relatívny počet somatických buniek

### 5.1.3 Korelácie medzi sledovanými parametrami

Poradie a štádium laktácie malo očakávané významné korelačné vzťahy k sledovaným parametrom, s výnimkou konduktivity pre DIM. Dĺžka zadných ceckov mala významné vzťahy zo všetkými sledovanými parametrami, zatiaľ čo dĺžka predných ceckov nevykazovala korelačné vzťahy z ukazovateľmi zdravia vemena – konduktivita mlieka a rPSB (tab. 4). Významné negatívne korelácie boli pozorované aj medzi predĺžovaním ceckov vplyvom dojenia a nádojom, konduktiviou a rPSB, avšak iba slabé až stredne silné.

Konduktivita preukázateľný korelovala z rPSB, čo poukazuje na silný vzťah medzi ukazovateľmi zdravia vemena. Prirodzene, dĺžka dojenia pozitívne koreluje s nádojom, avšak preukázateľné vzťahy boli pozorované aj s konduktivitou a rPSB (tab. 4)

Tab. 4 Korelácie medzi sledovanými parametrami (n = 359).

		Nádoj	Konduktivita mlieka	Dĺžka dojenja	Počet somatických buniek
Poradie laktácie	r	0,382	0,378	0,173	0,11
	P	<0,001	<0,001	0,001	0,035
Dni v laktácií	r	-0,325	-0,027	-0,255	-0,093
	P	<0,001	0,61	<0,001	0,073
Dĺžka zadný Pavý cecok	r	0,161	0,242	0,218	0,173
	P	0,002	<0,001	<0,001	0,001
Dĺžka zadný pravý cecok	r	0,267	0,267	0,277	0,117
	P	<0,001	<0,001	<0,001	0,026
Dĺžka predný Pavý cecok	r	0,137	0,038	0,149	-0,031
	P	0,01	0,473	0,005	0,556
Dĺžka predný pravý cecok	r	0,192	0,096	0,153	-0,049
	P	<0,001	0,07	0,004	0,356
Dĺžka ceckov na vemene	r	0,225	0,182	0,234	0,052
	P	<0,001	<0,001	<0,001	0,329
Dĺžka zadné cecky	r	0,229	0,271	0,265	0,155
	P	<0,001	<0,001	<0,001	0,003
Dĺžka predné cecky	r	0,178	0,073	0,164	-0,044
	P	<0,001	0,169	0,002	0,411
	r	-0,21	-0,298	-0,082	-0,177

<b>Predĺženie zadných ceckov</b>	P	<0,001	<0,001	0,122	<0,001
<b>Predĺženie predných ceckov</b>	r	-0,131	-0,089	-0,061	-0,106
	P	0,013	0,092	0,249	0,045
<b>Nádoj</b>	r		0,086	0,394	-0,122
	P		0,106	<0,001	0,021
<b>Konduktivita mlieka</b>	r			0,193	0,333
	P			<0,001	<0,001
<b>Dĺžka dojenja</b>	r				0,195
	P				<0,001

#### 5.1.4 Vplyv dĺžky ceckov a ďalších efektov na vybrané parametre

Vplyv efektov xCec, ŠtLa a PoLa na nádoj, dĺžku dojenja, rPSB a konduktivitu mlieka boli vyhodnotené procedúrou MIXED. Modelová rovnica vysvetľovala variabilitu od 13% do 40% a bola štatisticky významná pre testované parametre ( $P < 0,001$ ; tab. 5). xCec bola štatisticky významná pre dĺžku dojenja a konduktivitu ( $P < 0,05$ ), zatiaľ čo efekt PoLa a ŠtLa bol štatisticky významný pre všetky sledované parametre ( $P < 0,01$ ; tab. 5).

Tab. 5 Základní štatistiky vyhodnotenie vplyvu xCec, PoLa a ŠtLa na sledované parametre za využitia MIXED procedúry.

Hodnotené parametre	MODEL		Priemerná dĺžka ceckov na vemene		Poradie laktácie (PoLa)		Štádium Laktácie (ŠtLa)	
	r <sup>2</sup>	P	F-test	P	F-test	P	F-test	P
<b>Nádoj (kg)</b>	0,13	<0,001	0,32	0,725	4,98	0,007	6,56	<0,001
<b>Konduktivita (mS·m<sup>-1</sup>)</b>	0,20	<0,001	4,06	0,018	21,65	<0,001	4,09	<0,001
<b>Dĺžka dojenja (min)</b>	0,4	<0,001	0,2	0,822	61,72	<0,001	14,94	<0,001
<b>rPSB</b>	0,17	<0,001	4,39	0,013	5,12	0,006	6,87	<0,001

rPSB – relatívny počet somatických buniek

Najnižšia hodnota konduktivity bola pozorovaná pre skupinu vemien s normálne dlhými ceckami, zatiaľ čo vemena s dlhými ceckami vykazovali významne najvyššie hodnoty ( $P < 0,05$ ). Výsledky pre rPSB taktiež dosahovali najvyššie hodnoty pre vemena s dlhými ceckami, avšak rozdiely boli len malé a štatisticky nevýznamné. Pri zvýšení xCec bolo taktiež pozorované predĺženie dojenja ( $P < 0,05$ ; tab. 6). Dĺžka dojenja sa síce predĺžila o 53 sekúnd pre dlhé cecky oproti krátkym, avšak nádoj bol podobný medzi skupinami. Najnižšia hodnota rPSB bola pozorovaná u kráv na druhej laktácii (tab. 6), zatiaľ čo kravy na tretej a ďalšej laktácii mali významne vyšší rPSB ( $P < 0,01$ ). Konduktivita významne vzrástla s narastajúcim PoLa (z 8,59 na 9,08  $\text{ms} \cdot \text{m}^{-1}$ ;  $P < 0,05$ ). Dĺžka dojenja bola podobná pre prvú a druhú laktáciu, s výrazným nárastom pre kravy na tretej a ďalšej laktácii. Prvotelky mali preukázateľne najnižší nádoj ( $P < 0,01$ ; tab. 6).

Účinok ŠtLa bol štatisticky významný pre všetky sledované parametre ( $P < 0,05$ ; tab. 6). Najvyššia hodnota rPSB bola pozorovaná na začiatku laktácie s neustálym poklesom až do 4. štádia. Od tohto bodu sa hodnota rPSB začala postupne zvyšovať až do konca laktácie ( $P < 0,05$ ; tab. 6). Hodnota rPSB na konci laktácie by bola ešte vyššia, ale viacero problémových dojníc s problémovým zdravým vemena bola vyradená zo stáda v období od 6. do 7. ŠtLa.

Konduktivita tiež vykazovala podobný vývoj ako rPSB, s najvyššími hodnotami na začiatku a na konci laktácie. Vývoj nádoju počas laktácie pripomínal typickú laktačnú krivku. Najvyšší nádoj dosiahli dojnice v 2. ŠtLa (37,86 kg) a od tohto bodu až do konca laktácie postupne klesal. Nádoj bol silne prepojený s dĺžkou dojenja (tab. 6)

Tab. 6 Vyhodnotenie vplyvu xCec, PoLa a ŠtLa na sledované parametre za využitia MIXED procedúry.

Efekt	Skupina	n	Nádoj (kg)	Konduktivita (mS·m-1)	Dĺžka dojenja (min)	rPSB
			LSM ± SELSM	LSM ± SELSM	LSM ± SELSM	LSM ± SELSM
Priemerná dĺžka ceckov na vemene (xCec)	Krátke cecky	70	31,99 ± 0,705	8,81 ± 0,070	6,81 ± 0,199 <sup>a</sup>	1,38 ± 0,076
	Normálne dlhé cecky	209	32,48 ± 0,409	8,73 ± 0,040 <sup>a</sup>	7,39 ± 0,115 <sup>b</sup>	1,36 ± 0,044
	Dlhé cecky	81	32,48 ± 0,687	8,96 ± 0,068 <sup>b</sup>	7,59 ± 0,193 <sup>b</sup>	1,43 ± 0,075
Poradie laktácie (PoLa)	1	101	27,14 ± 0,616 <sup>A</sup>	8,56 ± 0,061 <sup>A</sup>	7,09 ± 0,173 <sup>a</sup>	1,37 ± 0,067
	2	128	34,42 ± 0,545 <sup>B</sup>	8,86 ± 0,054 <sup>B</sup>	7,05 ± 0,154 <sup>a</sup>	1,28 ± 0,059 <sup>A</sup>
	3 a ďalšie	130	35,39 ± 0,535 <sup>B</sup>	9,08 ± 0,053 <sup>C</sup>	7,65 ± 0,151 <sup>b</sup>	1,52 ± 0,058 <sup>B</sup>
Štádium laktácie (ŠtLa)	1	59	32,09 ± 0,779 <sup>A</sup>	9,04 ± 0,077 <sup>A,a</sup>	7,10 ± 0,219 <sup>A</sup>	1,80 ± 0,084 <sup>A</sup>
	2	55	37,93 ± 0,809 <sup>B</sup>	8,81 ± 0,080	8,21 ± 0,228 <sup>B</sup>	1,47 ± 0,088
	3	55	34,65 ± 0,796 <sup>A,C</sup>	8,84 ± 0,079	7,75 ± 0,224 <sup>A</sup>	1,25 ± 0,086 <sup>B</sup>
	4	53	32,48 ± 0,826 <sup>A</sup>	8,76 ± 0,082	7,40 ± 0,232 <sup>A</sup>	1,15 ± 0,089 <sup>B</sup>
	5	49	31,36 ± 0,862 <sup>A,a</sup>	8,68 ± 0,085 <sup>b</sup>	7,27 ± 0,243 <sup>a</sup>	1,28 ± 0,093 <sup>B</sup>
	6	51	30,21 ± 0,850 <sup>A,D</sup>	8,63 ± 0,084 <sup>B</sup>	6,94 ± 0,239 <sup>A</sup>	1,31 ± 0,092 <sup>B</sup>
	7	38	27,50 ± 0,954 <sup>D,b</sup>	9,07 ± 0,094 <sup>A,a</sup>	6,17 ± 0,269 <sup>C,b</sup>	1,47 ± 0,105

Rôzne písmená v stĺpcoch značia hladinu štatistickej významnosti (P < 0,01 a P < 0,05).

rPSB – relatívny počet somatických buniek

## 5.2 DĹŽKA CECKOV PLEMENO JERSEY

### 5.2.1 Základné štatistiky pre dĺžku ceckov

Základné štatistiky pre dĺžku ceckov sú uvedené v tabuľke 7. Priemerná dĺžka ceckov u J bola 46,98 mm a dĺžka jednotlivých ceckov sa pohybovala v rozmedzí od 27 mm do 75 mm. Zadné páry ceckov (41,07 mm) boli výrazne kratšie ako predné páry (52,93 mm). Pomer medzi zadnými a prednými párami ceckov u J bol 0,78.

Tab. 7 Základná štatistika pre dĺžku ceckov pred a po dojení.

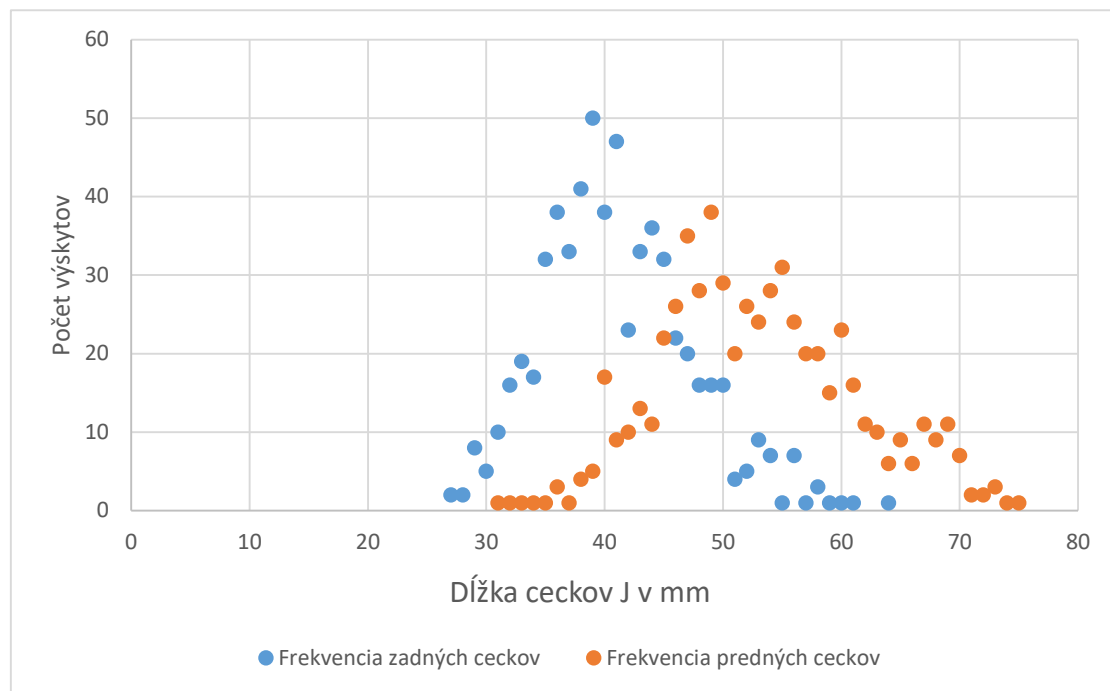
Poloha cecku	n	$\bar{x}$	s	min	max.	s.e.	V (%)
Ľavý zadný pred	296	40,79	6,03	28	60	0,35	14,77
Pravý zadný pred	296	41,35	6,51	27	64	0,38	15,74
Ľavý predný pred	296	53,16	8,39	32	75	0,49	15,79
Pravý predný pred	296	52,70	7,96	32	73	0,46	15,10
Ľavý zadný po	296	47,65	7,61	25	72	0,44	15,98
Pravý zadný po	296	48,88	7,06	31	68	0,41	14,44
Ľavý predný po	296	59,00	8,44	36	84	0,49	14,31
Pravý predný po	296	59,15	8,65	35	81	0,50	14,63
Zadný pár pred	296	41,07	5,91	27,5	61	0,34	14,40
Predný pár pred	296	52,93	7,83	32,5	73	0,46	14,80
Zadný pár po	296	48,26	6,81	32,5	68,5	0,40	14,10
Predný pár po	296	59,07	8,22	39,5	82,5	0,48	13,92

n - počet meraní;  $\bar{x}$  - aritmetický priemer; s - smerodajná odchýlka; min. - minimálna hodnota; max. - maximálna hodnota; s.e. - stredná chyba aritmetického priemeru; V (%) – variačný koeficient

Rozdiely v dĺžke predných a zadných ceckov sú dobre viditeľné aj v grafe 2, kde sa presnejšie môžeme pozrieť na rozpätie dĺžky ceckov v stáde spolu s ich dosahovanou frekvenciou. Najčastejšie vyskytujúci zadný cecok mal 39 mm a vyskytoval sa u J 50 krát počas testovaného obdobia, zatiaľ čo najčastejšie sa vyskytujúci predný cecok mal 49 mm a dokopy sa u J nameral 38 krát. Extrémne hodnoty, s menej ako 50 výskytmi, boli do 33 mm a nad 66 mm. Optimálne dlhé cecky (40 až 60 mm) sa vyskytovali celkovo 770 krát z celkového počtu vyhodnotených ceckov 1184.



Graf 2 Počet výskytov ceckov rôznych dĺžok v testovanom jersey stáde.



### 5.2.2 Hodnotené parametre mliečnej produkcie

J priemerne nadojili 16,83 kg a to priemerne za 5,49 min. Minimálny a maximálny nádoj dosahoval vysokého rozpätia, keďže sa sledovala celá laktácia. Najvyšší nádoj bol 35,7 kg vydojených za 9,7 min. Dosiahla ho krava na štvrtej laktácii a to až v 99 DIM. Najdlhšie dojenie trvalo, podobne ako u H, vyše 14 minút. Dlhšie dojenie ako 8 minút bolo zaznamenané len 19 krát (z 294 záznamov) počas sledovaného obdobia. Konduktivita mlieka dosahovala priemerne  $8,79 \text{ ms.m}^{-1}$ , čo je podobné hodnotám pozorovaných u H. Priemer PSB z kontroly úžitkovosti bol 184 tisíc buniek.ml<sup>-1</sup>, čo môžeme považovať za jemne nadpriemerný stav v porovnaní z českou populáciou dojeného dobytku. J očakávane dosahovali vyšší obsah zložiek mlieka oproti testovaným H (+1,01% bielkovín; +1,62% tuku).

Tab. 8 Základná štatistika pre hodnotené parametre mliečnej produkcie testovaného jersey stáda.

Hodnotené parametre	$\bar{x}$	s	min.	max.	s.e.	V (%)
Nádoj (kg)	16,83	4,45	4,1	35,7	0,26	26,44
Konduktivita ( $\text{mS} \cdot \text{m}^{-1}$ )	8,79	0,66	7,4	11,4	0,04	7,50
Dĺžka dojenia (min)	5,49	1,54	2,5	14,2	0,09	28,09
rPSB	184,87	685,10	16	9999	39,89	370,57
Tuk (%)	5,59	0,43	4,49	6,37	0,08	7,65
Bielkovina (%)	4,59	0,33	3,89	5,22	0,06	7,14

n - počet meraní;  $\bar{x}$  - aritmetický priemer; s - smerodajná odchýlka; min. - minimálna hodnota; max. - maximálna hodnota; s.e. - stredná chyba aritmetického priemeru; V (%) – variačný koeficient; rPSB – relatívny počet somatických buniek

### 5.2.3 Korelácie medzi hodnotenými parametrami

Poradie a štádium laktácie malo očakávané významné korelačné vzťahy k sledovaným parametrom, s výnimkou nádoju a rPSB pre DIM (tab. 9). Na rozdiel od H, dĺžka ceckov korelovala iba z nádojom. U predných ceckov môžeme pozorovať aj slabú pozitívnu koreláciu k dĺžke dojenia. Predlžovanie vplyvom dojenia nevykazuje skoro žiadne vzťahy k sledovaným parametrom, čo môže byť spôsobené aj nelineárnym vzťahom medzi predlžovaním, zdravím vemena a dojiteľnosťou. Konduktivita preukázateľne korelovala z rPSB, čo poukazuje na silný vzťah medzi ukazovateľmi zdravia vemena. Prirodzene, dĺžka dojenia pozitívne korelovala s nádojom, avšak preukázateľné vzťahy boli pozorované aj s konduktivitou (tab. 9).

Tab. 9 Korelácie medzi sledovanými parametrami ( $n = 295$ ).

Hodnotené parametre		Nádoj	Konduktivita mlieka	Dĺžka dojenia	Počet somatických buniek
Poradie laktácie	r	0,312	0,176	0,296	0,366
	P	<0,001	0,003	<0,001	<0,001
Dni v laktácií	r	-0,108	-0,244	-0,257	-0,111
	P	0,064	<0,001	<0,001	0,058

<b>Dĺžka zadný ľavý cecok</b>	r	0,267	0,068	0,004	0,034
	P	<0,001	0,248	0,945	0,563
<b>Dĺžka zadný pravý cecok</b>	r	0,314	0,038	0,072	-0,011
	P	<0,001	0,518	0,218	0,853
<b>Dĺžka predný ľavý cecok</b>	r	0,363	0,063	0,178	0,079
	P	<0,001	0,281	0,002	0,177
<b>Dĺžka predný pravý cecok</b>	r	0,346	0,05	0,118	0,053
	P	<0,001	0,39	0,043	0,361
<b>Dĺžka cecokov na vemene</b>	r	0,374	0,063	0,116	0,048
	P	<0,001	0,284	0,047	0,412
<b>Dĺžka zadné cecky</b>	r	0,309	0,055	0,042	0,011
	P	<0,001	0,345	0,476	0,848
<b>Dĺžka predné cecky</b>	r	0,371	0,059	0,156	0,069
	P	<0,001	0,311	0,008	0,236
<b>Predĺženie zadných cecokov</b>	r	0,124	-0,044	-0,004	-0,026
	P	0,033	0,454	0,943	0,655
<b>Predĺženie predných cecokov</b>	r	0,056	-0,056	0,03	0,002
	P	0,342	0,341	0,613	0,971
<b>Nádoj</b>	r		0,03	0,456	-0,122
	P		0,609	<0,001	0,037
<b>Konduktivita mlieka</b>	r			0,121	0,28
	P			0,038	<0,001
<b>Dĺžka dojenia</b>	r				-0,018
	P				0,761

## 5.2.4 Vplyv dĺžky ceckov a ďalších efektov na vybrané parametre

Vplyv efektov xCec, ŠtLa a PoLa na nádoj, dĺžku dojenja, rPSB a konduktivitu boli vyhodnotené procedúrou MIXED (tab.10). Modelová rovnica vysvetľovala variabilitu od 9% do 37% a bola štatisticky významná pre testované parametre ( $P < 0,05$ ). xCec bola ako u H štatisticky významná iba pre dĺžku dojenja a konduktivitu ( $P < 0,05$ ). Efekt PoLa a ŠtLa bol štatisticky významný pre všetky sledované parametre s výnimkou konduktivity pre PoLa (tab. 10).

Tab. 10 Základní štatistiky vyhodnotenie vplyvu xCEC, PoLa a ŠtLa na sledované parametre za využitia MIXED procedúry.

Hodnotené parametre	MODEL		Priemerná dĺžka ceckov na vemene		Poradie laktácie (PoLa)		Štádium Laktácie (ŠtLa)	
	r <sup>2</sup>	P	F-test	P	F-test	P	F-test	P
Nádoj (kg)	0,37	<0,001	6,79	0,001	30,37	<0,001	7,86	<0,001
Konduktivita (mS·m <sup>-1</sup> )	0,17	<0,001	3,56	0,03	0,08	0,926	8,02	<0,001
Dĺžka dojenja (min)	0,12	<0,001	2,11	0,123	3,6	0,029	4,4	<0,001
rPSB	0,09	0,002	1,36	0,258	3,62	0,028	3	0,007

rPSB – relatívny počet somatických buniek

Konduktivita bola významne zvýšená pre vemená s dlhými ceckami ( $P < 0,05$ ), zatiaľ čo pre vemená s krátkymi a normálnymi ceckami bola veľmi podobná. Vysoké hodnoty konduktivity mlieka, ako ukazovateľa zhoršeného zdravotného stavu vemena, sa neprejavili vo zvýšenom rPSB, kedy kravy s dlhými ceckami na vemene dosiahli najnižšie hodnoty pre rPSB. Neočakávane, vemená s normálne dlhými ceckami dosahujú najvyššie hodnoty rPSB. Pri zvýšení xCec bolo taktiež pozorované zvýšenie nádoju (tab. 11). Preukázateľne najnižšia hodnota rPSB bola pozorovaná u kráv na prvej laktácii (tab. 11), s postupným nárastom pre ďalšie laktácie. Dĺžka dojenja odpovedala dosiahnutým nádojom a najvyššie hodnoty dosiahli dojnice na druhej laktácii. Prvotelky mali preukázateľne najnižší nádoj (tab. 11).

Na začiatku laktácie bol veľmi zvýšený rPSB, avšak zdravotný stav sa rýchlo zlepšil a J dosiahli najnižšiu hodnotu rPSB už v ŠtLa2. rPSB sa držali nízko až do ŠtLa5. Následne jemne stúpili a zostali na zvýšenej, aj keď stále podpriemernej hodnote. Konduktivita tiež vykazuje podobný vývoj ako rPSB, s najvyššími hodnotami na začiatku laktácie, avšak potom ostáva vyrovnaná až do konca laktácie. Vývoj nádoju počas laktácie pripomínal veľmi vyrovnanú laktačnú krivku. Najvyšší nádoj dosiahli dojnice v 2. ŠtLa a od tohto bodu až do konca laktácie jemne klesal. Nádoj bol silne prepojený s dĺžkou dojenja (tab. 11)

Tab. 11 Vyhodnotenie vplyvu xCEC, PoLa a ŠtLa na sledované parametre za využitia MIXED procedúry.

Efekt	Skupina	n	Nádoj (kg)	Konduktivita (mS·m <sup>-1</sup> )	Dĺžka dojenja (min)	rPSB
			LSM ± SELSM	LSM ± SELSM	LSM ± SELSM	LSM ± SELSM
Priemerná dĺžka ceckov na vemene (xCec)	Krátke cecky	114	17,41 ± 0,417 <sup>A,a</sup>	8,78 ± 0,071 <sup>a</sup>	5,49 ± 0,172	171,70 ± 77,345
	Normálne dlhé cecky	145	18,49 ± 0,375 <sup>b</sup>	8,75 ± 0,064 <sup>a</sup>	5,84 ± 0,155	271,18 ± 69,761
	Dlhé cecky	37	20,10 ± 0,609 <sup>B</sup>	9,08 ± 0,104 <sup>b</sup>	5,47 ± 0,250	81,15 ± 111,440
Poradie laktácie (PoLa)	1	180	15,97 ± 0,344 <sup>A</sup>	8,85 ± 0,059	5,22 ± 0,142	66,45 ± 63,508 <sup>a</sup>
	2	28	21,73 ± 0,684 <sup>B</sup>	8,90 ± 0,117	5,90 ± 0,281	144,74 ± 126,710
	3 a ďalšie	87	18,30 ± 0,403 <sup>C</sup>	8,85 ± 0,069	5,67 ± 0,166	312,84 ± 74,358 <sup>b</sup>
Štádium laktácie (ŠtLa)	1	44	16,84 ± 0,574 <sup>A,a</sup>	9,43 ± 0,099 <sup>A</sup>	5,79 ± 0,238 <sup>a</sup>	562,92 ± 105,110 <sup>a</sup>
	2	44	21,31 ± 0,571 <sup>B</sup>	8,85 ± 0,097 <sup>B</sup>	6,28 ± 0,235 <sup>A</sup>	70,76 ± 106,880 <sup>b</sup>
	3	42	19,66 ± 0,586 <sup>B</sup>	8,80 ± 0,100 <sup>B</sup>	5,92 ± 0,241 <sup>A</sup>	93,65 ± 108,670 <sup>b</sup>

	<b>4</b>	42	19,42 ± 0,591 <sup>b</sup>	8,70 ± 0,101 <sup>B</sup>	5,44 ± 0,243	95,03 ± 109,590 <sup>b</sup>
	<b>5</b>	42	18,03 ± 0,586 <sup>A</sup>	8,76 ± 0,100 <sup>B</sup>	5,58 ± 0,241	145,83 ± 108,560
	<b>6</b>	42	17,87 ± 0,592 <sup>A</sup>	8,90 ± 0,101 <sup>B</sup>	5,46 ± 0,243	129,57 ± 109,700 <sup>b</sup>
	<b>7</b>	39	17,55 ± 0,605 <sup>A</sup>	8,62 ± 0,103 <sup>B</sup>	4,73 ± 0,249 <sup>B,b</sup>	124,98 ± 112,100 <sup>b</sup>

Rôzne písmená v stĺpcoch značia hladinu štatistickej významnosti ( $P < 0,01$  a  $P < 0,05$ ).

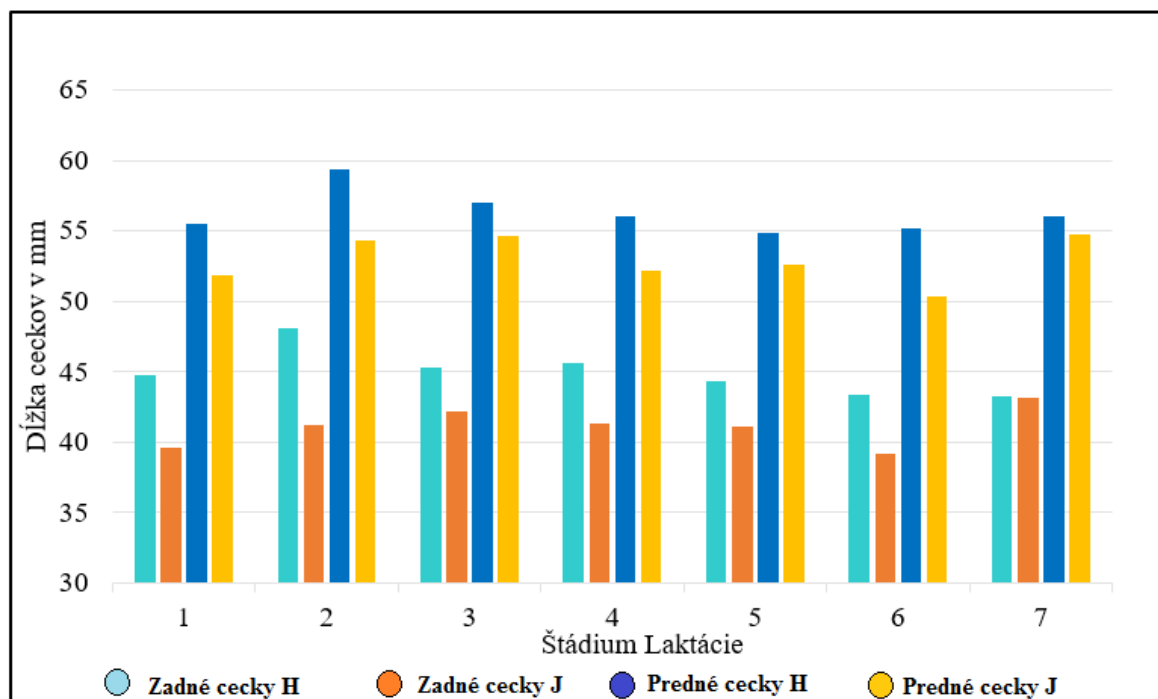
rPSB – relatívny počet somatických buniek

## 5.3 FAKTORY OVPLYVŇUJÚCE MORFOLOGICKÉ ZMENY POČAS DOJENIA

### 5.3.1 Základné štatistiky a korelačná analýza

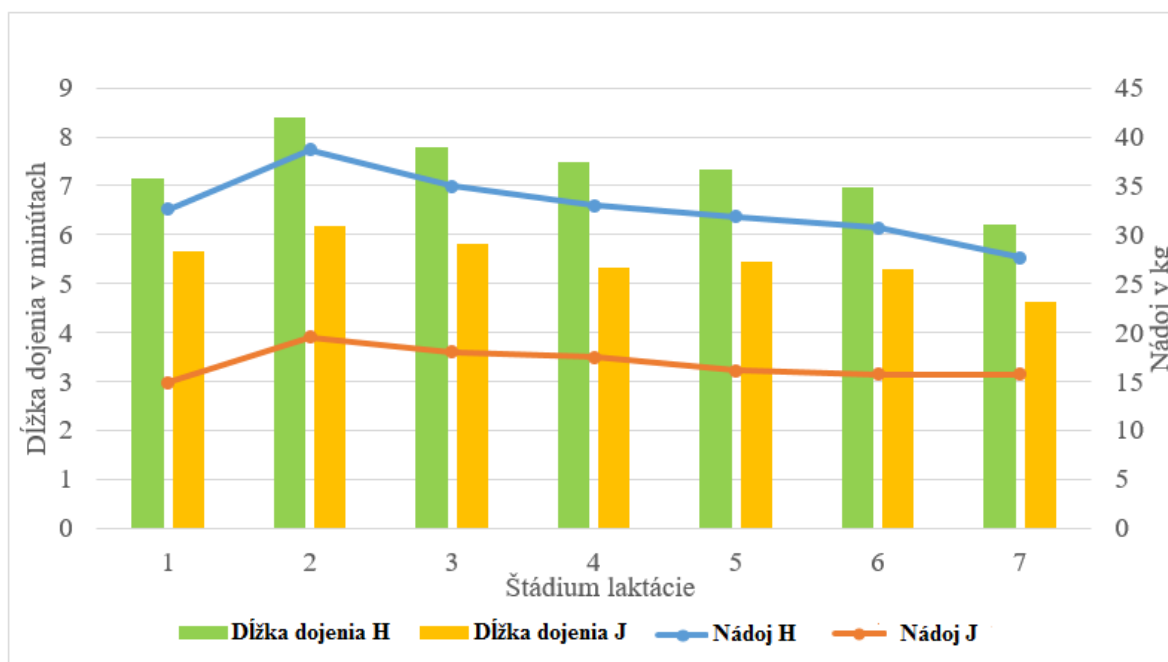
Pri priamom porovnaní plemien boli pozorované výrazné rozdiely v dĺžke ceckov (graf 3), nádoji a dĺžke dojenia (graf 4) medzi H a J. Denný nádoj H bol viac ako dvakrát vyšší v porovnaní s J (H priemer = 33,05 kg; J priemer = 16,83 kg) a tento trend je zrejмый vo všetkých štádiách laktácie. Vyšší nádoj sa prejavuje aj v dlhšom priemernom dojení o 1,9 min a vyššom priemernom prietoku mlieka (H priemer = 2,31 kg.min<sup>-1</sup>; J priemer = 1,57 kg.min<sup>-1</sup>) pre H počas laktácie. H mali celkovo dlhšie cecky (H priemer = 50,61 mm; J priemer = 47,03 mm), ale rozdiel sa v priebehu laktácie priebežne znižoval. Pomer zadných a predných ceckov bol podobný pre obidva plemená (H priemer = 0,8; J priemer = 0,78), čo poukazuje na vysokú dĺžkovú nevyrovnanosť medzi párami ceckov pre obe plemená.

Graf 3 Základný štatistický prehľad dĺžky ceckov testovaných dojníc a ich vývoj počas laktácie.)



H – holštajnské plemeno, J – plemeno jersey

Graf 4 Základný štatistický prehľad nádoja a dĺžky dojenia testovaných dojníc a ich vývoj počas laktácie.



H – holštajnské plemeno, J – plemeno jersey

V tabuľke 12 sú uvedené výsledky korelačnej analýzy, ktorá bola vypočítaná špecificky pre potvrdenie vzťahu medzi predlžovaním ceckov vplyvom dojenia a trvalým nárastom dĺžky cecku počas laktácie. Korelačná analýza preukázala významné vzťahy medzi PrdC a celkovou zmenou dĺžky ceckov v priebehu laktácie pre zadné cecky J (tab. 12). U H sa tieto vzťahy potvrdili iba pre ľavé predné cecky (abs. = 0,136, P <0,05; r% = 0,159, P <0,05).

Tab. 12 Korelačné vzťahy medzi PrdC a zmenou dĺžky cecku počas laktácie (r% a abs.;  $n_H=258$ ;  $n_J = 273$ )

		r%	r%	r%	r%	abs.	abs.	abs.	abs.
		ZaĽ	ZaP	PrĽ	PrP	ZaĽ	ZaP	PrĽ	PrP
<b>PrdC</b>	r	0,191				0,208			
<b>ZaĽ J</b>	P	0,002				<0,001			
<b>PrdC</b>	r		0,123				0,132		
<b>ZaP J</b>	P		0,041				0,028		
<b>PrdC</b>	r			0,050				0,023	
<b>PrĽ J</b>	P			0,411				0,707	
<b>PrdC</b>	r				-0,056				-0,076
<b>PrP J</b>	P				0,356				0,210
<b>PrdC</b>	r	-0,058				0,001			
<b>ZaĽ H</b>	P	0,351				0,996			
<b>PrdC</b>	r		-0,002				0,037		
<b>ZaP H</b>	P		0,975				0,550		
<b>PrdC</b>	r			0,158				0,136	
<b>PrĽ H</b>	P			0,011				0,029	
<b>PrdC</b>	r				0,050				-0,004
<b>PrP J</b>	P				0,423				0,944

PrdC - predĺženie ceckov vplyvom dojenia; r% - relatívna zmena dĺžky(%); abs. – absolútna zmena dĺžky (mm); PrĽ– predný ľavý; PrP – predný pravý; ZaĽ– zadný ľavý; ZaP – zadný pravý; H – holštajnské plemeno; J – plemeno jersey



### **5.3.2 Vyhodnotenie vybraných efektov a ich interakcií na predlžovanie ceckov počas dojenja**

Základné štatistiky pre procedúru MIXED sú uvedené v tabuľke 13. Efekt plemena, polohy cecku (PoCe), poradia laktácie (PoLa), štádia laktácie (ŠtLa) a ich interakcií na relatívny a absolútny PrdC boli vyhodnotené procedúrou MIXED. Modelová rovnica vysvetľovala variabilitu od 16% do 22% a bola štatisticky významná pre testované parametre ( $P < 0,01$ ). Všetky testovaných efekty bola štatisticky významná pre testované parametre ( $P < 0,05$ , tab. 13), zo zopár výnimkami – efekt PoLa a PoCe nebol významný pre krátke cecky, interakcia medzi plemenom a PoCe nebola významná pre normálne cecky a efekt plemena nebol významné pre dlhé cecky. V popise výsledkov procedúry MIXED sa zameriavame hlavne na vplyv plemena a jeho interakcie s inými efektami.

Tab. 13 Základná štatistika pre MIXED procedúru.

Vyhodnotenie skupín	MODEL			Plemeno		Poradie laktácie		Štádium Laktácie		Pozícia cecku		Plemeno x Pozícia cecku		Plemeno x Poradie laktácie		Plemeno x Štádium Laktácie	
	r <sup>2</sup>		P	F-test	P	F-test	P	F-test	P	F-test	P	F-test	P	F-test	P	F-test	P
Všetky cecky	r%	0,18	<0,01	28,27	<0,01	26,08	<0,01	32,85	<0,01	18,32	<0,01	7,36	<0,01	12,16	<0,01	25,38	<0,01
	abs,	0,18	<0,01	29,41	<0,01	6,46	0,011	40,73	<0,01	2,46	0,061	3,84	<0,01	18,18	<0,01	27,31	<0,01
Krátke cecky (<43,1 mm)	r%	0,20	<0,01	23,89	<0,01	0,01	0,94	33,14	<0,01	1,33	0,263	2,72	0,043	17,1	<0,01	13,14	<0,01
	abs,	0,20	<0,01	22,93	<0,01	1,5	0,221	33,95	<0,01	4,11	0,007	1,85	0,135	20,98	<0,01	13,61	<0,01
Normálne cecky (43,1 - 52,1 mm)	r%	0,22	<0,01	16,79	<0,01	24,92	<0,01	18,06	<0,01	39,26	<0,01	1,74	0,157	5,2	0,023	16,92	<0,01
	abs,	0,19	<0,01	21,58	<0,01	8,1	0,005	24,78	<0,01	8,66	<0,01	0,92	0,429	7,86	<0,01	19,2	<0,01
Dlhé cecky (>52,1 mm)	r%	0,16	<0,01	0,07	0,79	11,74	<0,01	18,89	<0,01	3,05	0,028	12,34	<0,01	10,51	<0,01	19	<0,01
	abs,	0,18	<0,01	0,04	0,846	3,52	0,061	23,78	<0,01	12,42	<0,01	10,89	<0,01	11,76	<0,01	20,09	<0,01

r% - relatívne predĺženie (%); abs. – absolútne predĺženie (mm)

### 5.3.3 Vplyv plemena na predlžovanie ceckov počas dojenia

Celkovo J dosiahli významne vyšší PrdC (15,23%;  $P < 0,05$ ; tab. 14). PrdC bol veľmi závislý na počiatočnej dĺžke cecku. Krátke cecky predlžujú najmenej, zatiaľ čo dlhé cecky vykazovali najvyššiu úroveň predĺženia. Avšak, testované J mali celkovo menšie cecky, ale predĺženie bolo významne vyššie pre všetky cecky, krátke cecky a normálne cecky v porovnaní s H. Predĺženie dlhých ceckov bolo najvyššie a veľmi podobné pre obe plemená, ale preukázalo sa, ako štatisticky nevýznamné (tab. 14).

Tab. 14 Vplyv plemena na relatívne (r%) a absolútne (abs.) predĺženie ceckov vplyvom dojenia (PrdC) na základe ich pôvodnej dĺžky pred dojením.

	Úroveň	Všetky cecky	Skupiny ceckov		
			Krátke cecky ( $<43.1$ mm)	Normálne cecky ( $43.1 - 52.1$ mm)	Dlhé cecky ( $>52.1$ mm)
<b>PrdC (r%)</b>	H	12,35 ± 0,380 <sup>a</sup>	8,76 ± 0,414 <sup>a</sup>	12,65 ± 0,491 <sup>a</sup>	17,23 ± 0,522
	J	15,23 ± 0,384 <sup>b</sup>	11,84 ± 0,473 <sup>b</sup>	15,50 ± 0,488 <sup>b</sup>	17,40 ± 0,502
<b>PrdC (abs.)</b>	H	5,41 ± 0,172 <sup>a</sup>	4,29 ± 0,216 <sup>a</sup>	5,21 ± 0,22 <sup>a</sup>	7,39 ± 0,212
	J	6,74 ± 0,174 <sup>b</sup>	5,86 ± 0,247 <sup>b</sup>	6,67 ± 0,219 <sup>b</sup>	7,43 ± 0,204

Rôzne písmená v stĺpcoch značia hladinu štatistickej významnosti ( $P < 0.05$ ).

H – holštajnské plemeno; J – plemeno jersey .

### 5.3.4 Vplyv plemena a polohy ceckov na predlžovanie ceckov počas dojenia

Zadné cecky sa predlžovali preukázateľne viac ako predné. Hlavne pre J môžeme vidieť výrazné rozdiely medzi zadnými a prednými štvrtinami. Aj keď úroveň predĺženia bola relatívne vyrovnaná medzi jednotlivými štvrtkami pre H. Pri bližšom pohľade na efekt PoCe pre rôzne dlhé cecky si môžeme všimnúť náhly nárast PrdC pre zadné páry z krátkych na normálne cecky (napr. H x zadný ľavý - 6,86% na 15,44%) a pre predný páry z normálnych na

dlhé cecky (napr. H x predný ľavý - 9,23% až 20,38%). Presne rovnaký trend možno pozorovať aj u J. Zaujímavé je, že PrdC má podobné hodnoty pre krátke a normálne predné cecky (tab. 15), s obrovským nárastom pre dlhé cecky. Na druhej strane, reakcia normálnych a dlhých zadných ceckov je vyrovnaná v porovnaní s veľmi odlišnou odozvou krátkych ceckov (tab. 15).

Tab. 15 Relatívne (r%) a absolútne (abs.) predĺženie ceckov vplyvom dojenia (PrdC) na základe ich pôvodnej dĺžky pred dojením vo vzťahu k plemenu a polohe ceckov.

	Interakcia plemeno x PoCe	Všetky cecky	Skupiny ceckov		
			Krátke cecky (<43.1 mm)	Normálne cecky (43.1 - 52.1 mm)	Dlhé cecky (>52.1 mm)
<b>PrdC (r%)</b>	H x PrĽ	11,32 ± 0,701 <sup>A a</sup>	9,44 ± 0,655	9,23 ± 0,830 <sup>a</sup>	20,38 ± 1,225 <sup>a</sup>
	H x PrP	12,15 ± 0,701 <sup>a</sup>	10,34 ± 0,643 <sup>b</sup>	10,39 ± 0,872 <sup>a</sup>	19,22 ± 1,155 <sup>a</sup>
	H x ZaĽ	12,68 ± 0,701 <sup>a</sup>	6,86 ± 0,846 <sup>a</sup>	15,44 ± 0,950 <sup>c</sup>	14,12 ± 0,751 <sup>b</sup>
	H x ZaP	13,23 ± 0,701 <sup>b</sup>	8,38 ± 0,777 <sup>a</sup>	15,53 ± 1,019 <sup>b</sup>	15,21 ± 0,762 <sup>b</sup>
	J x PrĽ	11,76 ± 0,754 <sup>a</sup>	10,76 ± 0,700 <sup>b</sup>	10,27 ± 0,986 <sup>a</sup>	16,17 ± 1,111 <sup>b</sup>
	J x PrP	12,79 ± 0,754 <sup>a</sup>	11,93 ± 0,706 <sup>b</sup>	12,31 ± 1,010 <sup>a</sup>	15,56 ± 1,061 <sup>b</sup>
	J x ZaĽ	17,24 ± 0,754 <sup>c</sup>	12,49 ± 1,138 <sup>b</sup>	18,84 ± 0,948 <sup>b</sup>	17,55 ± 0,775 <sup>b</sup>
	J x ZaP	19,13 ± 0,754 <sup>c</sup>	12,16 ± 1,145 <sup>b</sup>	20,57 ± 0,915 <sup>d</sup>	20,33 ± 0,794 <sup>a</sup>
<b>PrdC (abs.)</b>	H x PrĽ	5,43 ± 0,317 <sup>a</sup>	4,84 ± 0,342 <sup>a</sup>	4,44 ± 0,374 <sup>a</sup>	9,13 ± 0,497 <sup>a</sup>
	H x PrP	4,93 ± 0,317 <sup>a</sup>	3,10 ± 0,44 <sup>b</sup>	5,59 ± 0,428 <sup>b</sup>	5,49 ± 0,304 <sup>a</sup>

	H x ZaĽ	5,90 ± 0,317 <sup>b</sup>	5,35 ± 0,336 <sup>c</sup>	5,08 ± 0,393 <sup>b</sup>	8,73 ± 0,469 <sup>b</sup>
	H x ZaP	5,38 ± 0,317 <sup>a</sup>	3,87 ± 0,405 <sup>c</sup>	5,74 ± 0,458 <sup>b</sup>	6,20 ± 0,309 <sup>b</sup>
	J x PrĽ	5,91 ± 0,341 <sup>a</sup>	5,64 ± 0,365 <sup>b</sup>	5,20 ± 0,444 <sup>b</sup>	7,51 ± 0,451 <sup>c</sup>
	J x PrP	6,92 ± 0,341 <sup>b</sup>	5,83 ± 0,594 <sup>d</sup>	7,23 ± 0,427 <sup>c</sup>	6,96 ± 0,314 <sup>c</sup>
	J x ZaĽ	6,52 ± 0,341 <sup>b</sup>	6,34 ± 0,368 <sup>b</sup>	6,37 ± 0,454 <sup>d</sup>	7,27 ± 0,430 <sup>b</sup>
	J x ZaP	7,60 ± 0,341 <sup>c</sup>	5,65 ± 0,597 <sup>b</sup>	7,86 ± 0,412 <sup>d</sup>	7,99 ± 0,322 <sup>a</sup>

Rôzne písmená v stĺpcoch značia hladinu štatistickej významnosti ( $P < 0.05$ ).

PoCe – Poloha cecku; PrĽ– predný ľavý; PrP – predný pravý; ZaĽ– zadný ľavý; ZaP – zadný pravý; H – holštajnské plemeno; J – plemeno jersey .

### 5.3.5 Vplyv plemena a poradia laktácie na predlžovanie ceckov počas dojenja

Prvá laktácia oboch plemien bola v porovnaní s kravami na vyššej laktácii (tab. 16) poznačená výrazne vyšším PrdC. To naznačuje, že morfológické zmeny vyvolané dojením sú najväčšie na začiatku produkčného života a potom mierne klesajú, keď si cecky zvyknú na podmienky dojenja. Významný pokles PrdC pre staršie kravy bol pozorovaný iba pre H (-4,65%,  $P < 0,05$ ), ale numerický pokles bol pozorovaný pre všetky skupiny ceckov okrem krátkych u J. Najväčšie zníženie PrdC bolo pozorované pre normálne cecky oboch plemien (H = -5.07%,  $P < 0.05$ ; J = -1,88%,  $P < 0.05$ ).

Tab. 16 Relatívne (r%) a absolútne (abs.) predĺženie ceckov vplyvom dojenia (PrdC) na základe ich pôvodnej dĺžky pred dojením vo vzťahu k plemenu a poradiu laktácie.

	Interakcia plemeno x PoLa	Všetky cecky	Skupiny ceckov		
			Krátke cecky (<43.1 mm)	Normálne cecky (43.1 - 52.1 mm)	Dlhé cecky (>52.1 mm)
<b>PrdC (r%)</b>	H x 1	14,67 ± 0,642 <sup>a</sup>	9,95 ± 0,708 <sup>a</sup>	15,18 ± 0,813 <sup>a</sup>	19,47 ± 0,807 <sup>a</sup>
	H x 2+	10,02 ± 0,405 <sup>b</sup>	7,56 ± 0,404 <sup>b</sup>	10,11 ± 0,540 <sup>b</sup>	15,00 ± 0,585 <sup>b</sup>
	J x 1	15,67 ± 0,480 <sup>a</sup>	10,60 ± 0,648 <sup>a</sup>	16,44 ± 0,628 <sup>a</sup>	17,46 ± 0,545 <sup>a</sup>
	J x 2+	14,79 ± 0,599 <sup>a</sup>	13,08 ± 0,631 <sup>c</sup>	14,56 ± 0,755 <sup>a</sup>	17,34 ± 0,814
<b>PrdC (abs.)</b>	H x 1	6,24 ± 0,290 <sup>a</sup>	4,81 ± 0,369 <sup>a</sup>	6,10 ± 0,366 <sup>a</sup>	8,11 ± 0,327 <sup>a</sup>
	H x 2+	4,58 ± 0,183 <sup>b</sup>	3,77 ± 0,211 <sup>b</sup>	4,33 ± 0,243 <sup>b</sup>	6,67 ± 0,237 <sup>b</sup>
	J x 1	6,53 ± 0,217 <sup>a</sup>	4,97 ± 0,338 <sup>a</sup>	6,67 ± 0,283 <sup>a</sup>	7,22 ± 0,221
	J x 2+	6,95 ± 0,271 <sup>a</sup>	6,75 ± 0,329 <sup>c</sup>	6,66 ± 0,340 <sup>a</sup>	7,64 ± 0,330

Rôzne písmená v stĺpcoch značia hladinu štatistickej významnosti ( $P < 0.05$ ).

PoLa – poradie laktácie; 1 – prvá laktácia; 2+ – druhá a ďalšia laktácia; H – holštajnské plemeno; J – Plemeno jersey .

### 5.3.6 Vplyv plemena a štádia laktácie na predlžovanie ceckov počas dojenia

ŠtLa mal významný vplyv na PrdC (tab. 17). Najmenšie zmeny nastali pre H na začiatku laktácie (1., 2. a 3. ŠtLa). Nízke hodnoty PrdC boli na začiatku laktácie pozorované aj pre J, avšak J na ŠtLa2 dosiahli najvyššie predĺženie počas laktácie. Najväčší PrdC bol pozorovaný pre stred laktácie (5. a 6. ŠtLa), keď všetky cecky H vykazovali viac ako 15%

predĺženie ( $P < 0.05$ ). Kontinuálne zvyšovanie bolo pozorované pre H v strede laktácie s následným poklesom PrdC na konci laktácie. Na druhej strane, J mali tendenciu zostať na rovnakej úrovni PrdC po začiatku laktácie až do konca laktácie (16,21% až 17,65%; tab. 17). Zaujímavé je, že rozdiely v PrdC medzi skupinami ceckov majú vyvážený pomer a stabilný trend, keď sa predĺženie zvyšuje so zvyšujúcou sa dĺžkou ceckov počas laktácie.

Tab. 17 Relatívne (r%) a absolútne (abs.) predĺženie ceckov vplyvom dojenia (PrdC) na základe ich pôvodnej dĺžky pred dojením vo vzťahu k plemenu a štádiu laktácie.

	Interakcia plemeno x ŠtLa	Všetky cecky	Skupiny ceckov		
			Krátke cecky	Normálne cecky	Dlhé cecky
			(<43.1 mm)	(43.1 - 52.1 mm)	(>52.1 mm)
PrdC (r%)	H x 1	2,94 ± 0,856 <sup>a</sup>	0,56 ± 0,878 <sup>a</sup>	3,36 ± 1,139 <sup>a</sup>	7,40 ± 1,087 <sup>a</sup>
	H x 2	4,45 ± 0,888 <sup>a</sup>	1,39 ± 0,862 <sup>a</sup>	4,75 ± 1,133 <sup>a</sup>	10,54 ± 1,289 <sup>a</sup>
	H x 3	13,91 ± 0,883 <sup>b</sup>	9,10 ± 0,896 <sup>b</sup>	14,00 ± 1,127 <sup>b</sup>	20,98 ± 1,179 <sup>b</sup>
	H x 4	11,87 ± 0,900 <sup>c</sup>	9,19 ± 0,905 <sup>b</sup>	12,08 ± 1,186 <sup>b</sup>	15,43 ± 1,172 <sup>c</sup>
	H x 5	19,39 ± 0,934 <sup>d</sup>	15,81 ± 0,963 <sup>c</sup>	19,19 ± 1,255 <sup>c</sup>	23,87 ± 1,158 <sup>d</sup>
	H x 6	18,29 ± 0,918 <sup>d</sup>	15,07 ± 0,977 <sup>c</sup>	18,80 ± 1,173 <sup>c</sup>	21,65 ± 1,163 <sup>b</sup>
	H x 7	15,57 ± 1,067 <sup>b</sup>	11,28 ± 1,116 <sup>b</sup>	16,33 ± 1,349 <sup>b</sup>	20,77 ± 1,388 <sup>b</sup>
	J x 1	12,10 ± 0,962 <sup>c</sup>	8,01 ± 1,184 <sup>b</sup>	12,64 ± 1,167 <sup>b</sup>	14,03 ± 1,141 <sup>c</sup>
	J x 2	17,65 ± 0,974 <sup>d</sup>	12,24 ± 1,107 <sup>b</sup>	18,54 ± 1,237 <sup>c</sup>	20,91 ± 1,172 <sup>b</sup>
	J x 3	10,02 ± 0,998 <sup>c</sup>	7,49 ± 1,065 <sup>b</sup>	10,55 ± 1,285 <sup>b</sup>	12,19 ± 1,253 <sup>a</sup>
	J x 4	17,48 ± 0,998 <sup>d</sup>	12,83 ± 1,124 <sup>b</sup>	18,13 ± 1,295 <sup>c</sup>	20,28 ± 1,183 <sup>b</sup>
	J x 5	16,21 ± 0,998 <sup>b</sup>	13,72 ± 1,144 <sup>c</sup>	16,46 ± 1,283 <sup>b</sup>	17,52 ± 1,180 <sup>c</sup>
J x 6	16,25 ± 0,998 <sup>b</sup>	14,01 ± 1,220 <sup>c</sup>	15,45 ± 1,252 <sup>b</sup>	17,86 ± 1,144 <sup>c</sup>	

	<b>J x 7</b>	16,90 ± 1,035 <sup>b</sup>	14,57 ± 1,108 <sup>c</sup>	16,71 ± 1,348 <sup>b</sup>	19,02 ± 1,278 <sup>b</sup>
<b>PrdC (abs.)</b>	H x 1	0,71 ± 0,387 <sup>a</sup>	0,72 ± 0,458 <sup>a</sup>	0,38 ± 0,513 <sup>a</sup>	3,04 ± 0,441 <sup>a</sup>
	H x 2	1,51 ± 0,402 <sup>a</sup>	0,39 ± 0,450 <sup>a</sup>	1,14 ± 0,510 <sup>a</sup>	4,51 ± 0,523 <sup>a</sup>
	H x 3	6,02 ± 0,399 <sup>b</sup>	4,46 ± 0,467 <sup>b</sup>	5,68 ± 0,507 <sup>b</sup>	8,83 ± 0,478 <sup>b</sup>
	H x 4	5,48 ± 0,407 <sup>b</sup>	4,64 ± 0,472 <sup>b</sup>	5,46 ± 0,534 <sup>b</sup>	6,78 ± 0,475 <sup>c</sup>
	H x 5	8,77 ± 0,423 <sup>c</sup>	7,90 ± 0,502 <sup>c</sup>	8,32 ± 0,565 <sup>c</sup>	10,35 ± 0,469 <sup>d</sup>
	H x 6	8,43 ± 0,415 <sup>c</sup>	7,67 ± 0,510 <sup>c</sup>	8,53 ± 0,528 <sup>c</sup>	9,40 ± 0,471 <sup>d</sup>
	H x 7	6,94 ± 0,483 <sup>b</sup>	5,70 ± 0,582 <sup>b</sup>	6,98 ± 0,607 <sup>b</sup>	8,81 ± 0,563 <sup>b</sup>
	J x 1	5,05 ± 0,435 <sup>b</sup>	3,85 ± 0,617 <sup>b</sup>	5,08 ± 0,525 <sup>b</sup>	5,74 ± 0,463 <sup>a</sup>
	J x 2	7,77 ± 0,440 <sup>d</sup>	6,11 ± 0,578 <sup>b</sup>	7,93 ± 0,557 <sup>c</sup>	8,88 ± 0,475 <sup>b</sup>
	J x 3	4,46 ± 0,451 <sup>b</sup>	3,64 ± 0,555 <sup>b</sup>	4,49 ± 0,578 <sup>b</sup>	5,34 ± 0,508 <sup>a</sup>
	J x 4	7,63 ± 0,451 <sup>d</sup>	6,28 ± 0,586 <sup>b</sup>	7,66 ± 0,583 <sup>c</sup>	8,58 ± 0,480 <sup>b</sup>
	J x 5	7,31 ± 0,451 <sup>d</sup>	6,88 ± 0,597 <sup>c</sup>	7,28 ± 0,577 <sup>c</sup>	7,54 ± 0,478 <sup>c</sup>
	J x 6	7,03 ± 0,451 <sup>d</sup>	6,87 ± 0,637 <sup>c</sup>	6,48 ± 0,563 <sup>b</sup>	7,44 ± 0,464 <sup>c</sup>
	J x 7	7,93 ± 0,468 <sup>d</sup>	7,44 ± 0,578 <sup>c</sup>	7,73 ± 0,607 <sup>c</sup>	8,49 ± 0,518 <sup>b</sup>

Rôzne písmená v stĺpcoch značia hladinu štatistickej významnosti ( $P < 0.05$ ).

ŠtLa – stádium laktácie; H – holštajnské plemeno; J – Plemeno jersey .



## 5.4 HRÚBKA CECKU A VNÚTORNÉ ŠTRUKTÚRY PRE HOLŠTAJNSKÉ PLEMENO

### 5.4.1 Hrúbka cecku

Okrem dĺžky ceckov boli sledované aj iné externé morfológické štruktúry a ich zmeny vplyvom dojenia, a to: priemer cecku pri vnútornom zakončení ceckového kanálika (priemer koncovej časti cecku) a priemer cecku 15 mm od vnútorného zakončenia ceckového kanálika (priemer stredovej časti cecku). Tieto údaje boli získavané z ultrasonografických záberov ceckov.

Priemerná hrúbka cecku v strednej oblasti pre H bola 25,64 mm (tab. 18). Vplyvom dojenia sa hrúbka cecku zmenšila v strednej aj koncovej oblasti cecku. Výraznejšia bola zmena strednej časti cecku, ktorá sa zúžila v priemere až o 6,95%, zatiaľ čo koniec cecku sa len jemne zúžil o 1%. Výrazné zmeny v hrúbke strednej časti cecku sú pravdepodobne spôsobené veľkými zmenami ceckovej steny a cisterny počas dojenia, keďže rozmery tohto parametru sú zložené zo šírky cisterny a hrúbky dvoch stien cecku.

*Tab. 18 Základná štatistika pre rozmery priemeru ceckov a ich zmeny vplyvom dojenia (pred a po dojení).*

Priemer cecku	n	$\bar{x}$	s	min.	max.	s.e.	V (%)
<b>Stredná časť pred</b>	152	25,64	3,03	17,99	34,34	0,25	11,80
<b>Koncová časť pred</b>	152	21,79	2,20	11,57	29,28	0,18	10,08
<b>Stredná časť po</b>	152	23,86	1,96	19,12	28,22	0,16	8,20
<b>Koncová časť po</b>	152	21,57	1,72	17,12	26,37	0,14	7,96

n - počet meraní;  $\bar{x}$  - aritmetický priemer; s - smerodajná odchýlka; min. - minimálna hodnota; max. - maximálna hodnota; s.e. - stredná chyba aritmetického priemeru; V (%) – variačný koeficient

### 5.4.2 Sledované vnútorné štruktúry

V tabuľke 19 sú uvedené základné štatistiky pre sledované vnútorné štruktúry cecku. Priemerná dĺžka ceckového kanálika bola 11,95 mm (tab. 19) a vplyvom dojenia sa predĺžil v priemere o 17,9%. Najvýraznejšia bola zmena ceckovej cisterny, ktorá sa zúžila až o 43,01%.

Na druhej strane, stena cecku len jemne zhrubla, čo spôsobilo výrazne zúženie hrúbky ceckov po dojení.

Tab.19 Rozmery sledovaných vnútorných štruktúr pred a po dojení

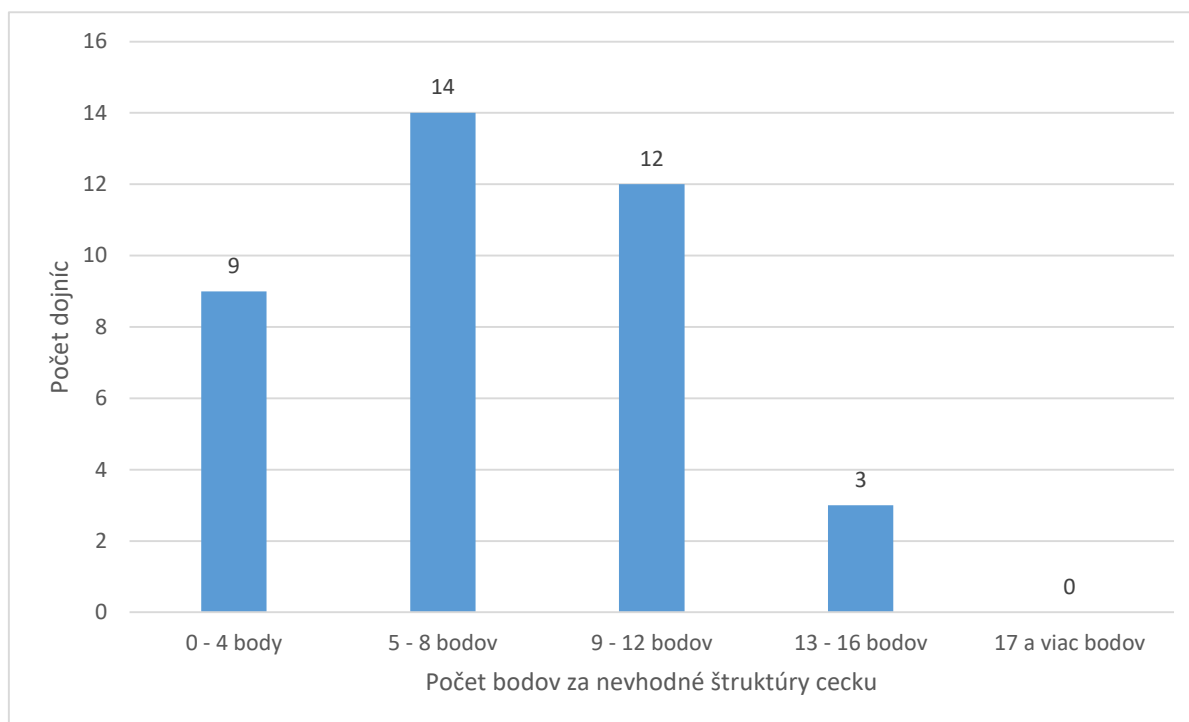
Sledovaná časť cecku	n	$\bar{x}$	s	min.	max.	s.e.	V (%)
Šírka ceckovej cisterny pred	152	13,74	3,95	3,4	22,51	0,32	28,79
Hrúbka ceckovej steny pred	152	6,26	2,01	3,81	21,64	0,16	32,16
Dĺžka ceckového kanálika pred	152	11,95	2,09	6,85	16,84	0,17	17,45
Šírka Ceckovej cisterny po	152	7,83	2,87	2,03	15,21	0,23	36,70
Hrúbka ceckovej steny po	152	8,33	1,55	4,76	13,26	0,13	18,66
Dĺžka ceckového kanálika po	152	14,09	2,23	10,01	21,04	0,18	15,82

n - počet meraní;  $\bar{x}$  - aritmetický priemer; s - smerodajná odchýlka; min. - minimálna hodnota; max. - maximálna hodnota; s.e. - stredná chyba aritmetického priemeru; V (%) – variačný koeficient

#### 5.4.3 Nevhodné morfológické vlastnosti cecku a ich vplyv na zdravie vemena

Na základe výsledkov tejto práce spolu z výsledkami s predchádzajúcich štúdií (vid'. Metodika 4.4.3) boli ohodnotené cecky testovaných kráv. Celkovo bolo vyhodnotených 6 rizikových vlastností cecku s ohľadom na zdravie vemena a zloženie mlieka. Testovaná krava teda mohla dosiahnuť 0 až 6 bodov za každý cecek, 0 až 24 bodov za vemeno. V grafe 5 je znázornené frekvenčné rozloženie testovaného stáda pre výskyt rizikové vlastností ceckov na vemene.. Až 15 testovaných dojníc malo viac ako 9 bodov, čo znamená viac ako 2 rizikové štruktúry na cecek. Prekvapivo, žiadna z H nedosiahla viacej ako 16 bodov.

Graf 5 Rozdelenie testovaných kráv podľa dosiahnutého skóre.



Samotné skóre na úrovni cecku vykazovalo významné korelácie s nádojom aj dĺžkou dojenja a PSB (tab. 20). Zo sledovaných zložiek boli pozorované významné vzťahy iba z obsahom laktózy, nie však k obsahu tuku a bielkovín. Významné korelačné vzťahy boli pozorované medzi skóre a ukazovateľmi zdravia vemena, s výnimkou konduktivity. Čím vyššie skóre cecky dosiahli, tým mali vyšší obsah krvi mlieku a PSB ( $P < 0,05$ ), a kravy s týmito ceckami strávili viac dní v subklinickej mastitíde počas sledovaného obdobia ( $P < 0,01$ ). Vzťahy medzi týmito ukazovateľmi ešte zosilneli po zohľadnení vplyvu PoCe a PoLa.

Tab. 20 Vzťah skóre za nevhodné štruktúry na úrovni cecku k sledovaným parametrom (n = 152).

		Nádoj	Konduktivita	Dĺžka dojenia	PSB-KU	Tuk	Bielkovi na	Laktóza	Krv	PSB - AFI	Sub Mas
Skóre	r	0,168	-0,010	0,210	0,165	-0,053	0,018	-0,160	0,191	0,220	0,216
	P	0,038	0,898	0,010	0,042	0,515	0,828	0,049	0,019	0,006	0,007
Skóre x PoCe	r	0,145	0,003	0,194	0,150	-0,045	0,014	-0,151	0,167	0,206	0,202
	P	0,075	0,969	0,016	0,065	0,578	0,862	0,064	0,040	0,011	0,012
Skóre x PoLa	r	0,067	-0,001	0,275	0,178	-0,056	-0,055	-0,259	0,286	0,322	0,350
	P	0,410	0,988	0,001	0,028	0,495	0,498	0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Skóre x PoLa x PoCe	r	0,050	0,011	0,255	0,162	-0,046	-0,050	-0,245	0,255	0,303	0,328
	P	0,541	0,889	0,002	0,046	0,574	0,540	0,002	0,002	<0,001	<0,001

PoCe – Poloha cecku; PoLa – poradie laktácie; PSB-KU – počet somatických buniek z kontroli úžitkovosti; PSB-AFI – počet somatických buniek z analýzy mlieka v analyzátoe Afilab; SubMas – dni v subklinickej mastitíde

Po sčítaní skóre za jednotlivé cecky bolo vypočítané skóre nevhodných štruktúr pre jednotlivé kravy. To si však nezachovalo preukázateľné korelačné vzťahy. Najsilnejšie korelácie môžeme pozorovať pre dĺžku dojenia, PSB-AFI a SubMas, avšak sú tesne štatisticky nepreukázateľné (tab. 21). Po zohľadnení PoCe a PoLa, opäť môžeme pozorovať zosilnenie týchto vzťahov a navyše, aj krv a laktóza už vykazujú stredne silné korelácie. Silný vzťah medzi dosiahnutým skóre a SubMas môžeme pozorovať aj v regresnom grafe (graf 6). Navýšenie dosiahnutého skóre o jeden bod znamenalo o viac ako 5 dní strávených v subklinickej mastitíde navyše za laktáciu.

Tab. 21 Vzťah skóre za nevhodné štruktúry na úrovni vemena k sledovaným parametrom (n = 38).

		Ná doj	Kondu ktivita	Dĺžka dojenja	PSB -KU	Tuk	Biel kovi na	Lakt óza	Krv	PSB - AFI	SubM as
<b>Skóre</b>	r	0,2 41	-0,015	0,300	0,23 6	- 0,076	0,02 5	- 0,22 9	0,27 3	0,31 5	0,309
	P	0,1 45	0,929	0,067	0,15 4	0,649	0,87 9	0,16 6	0,09 7	0,05 4	0,059
<b>Skóre x PoCe</b>	r	0,2 23	0,005	0,300	0,23 2	- 0,070	0,02 2	- 0,23 2	0,25 8	0,31 8	0,312
	P	0,1 78	0,977	0,068	0,16 1	0,676	0,89 6	0,16 1	0,11 8	0,05 2	0,057
<b>Skóre x PoLa</b>	r	0,0 93	-0,002	0,381	0,24 7	- 0,077	- 0,07 7	- 0,35 9	0,39 6	0,44 6	0,485
	P	0,5 77	0,992	0,018	0,13 4	0,645	0,64 7	0,02 7	0,01 4	0,00 5	0,002
<b>Skóre x PoLa x PoCe</b>	r	0,0 74	0,017	0,380	0,24 2	- 0,068	- 0,07 5	- 0,36 5	0,37 9	0,45 1	0,488
	P	0,6 57	0,919	0,019	0,14 4	0,683	0,65 6	0,02 4	0,01 9	0,00 5	0,002

PoCe – Poloha cecku; PoLa – poradie laktácie; PSB-KU - PSB-KU – počet somatických buniek z analýzy mlieka v rámci kontroly úžitkovosti; PSB-AFI – počet somatických buniek z analýzy mlieka v analyzátoe Afilab; SubMas – dni v subklinickej mastitíde



Tab. 22 Základná štatistika pre rozmery priemeru ceckov a ich zmeny vplyvom dojenia (pred a po dojení).

Priemer cecku	n	$\bar{x}$	s	min.	max.	s.e.	V (%)
<b>Stredná časť pred</b>	172	23,75	3,03	17,63	32,84	0,23	12,77
<b>Koncová časť pred</b>	172	19,09	2,1	15,16	26,25	0,16	11,02
<b>Stredná časť po</b>	171	23,99	2,75	18,51	31,67	0,21	11,45
<b>Koncová časť po</b>	171	19,65	1,97	15,31	26,3	0,15	10,02

n - počet meraní;  $\bar{x}$  - aritmetický priemer; s - smerodajná odchýlka; min. - minimálna hodnota; max. - maximálna hodnota; s.e. - stredná chyba aritmetického priemeru; V (%) – variačný koeficient

### 5.5.2 Sledované vnútorné štruktúry

V tabuľke 23 sú uvedené základné štatistiky pre sledované vnútorné štruktúry cecku. Priemerná dĺžka ceckového kanálika bola 12 mm, čo je podobná hodnota ako u holštajnskej skupiny (11,95 mm). Avšak, vplyvom dojenia pozorujeme predĺženie kanálika len o 9,5% u jersey dojníc, čo je výrazne menej v porovnaní s holštajnskou skupinou (17,9%). Výrazné zmeny pozorujeme aj na ostatných sledovaných štruktúrach cecku (tab. 23). Dojenie je sprevádzané hrubnutím steny cecku a zužovaním ceckovej cisterny.

Tab. 23 Rozmery sledovaných vnútorných štruktúr pred a po dojení

Sledovaná časť cecku	n	$\bar{x}$	s	min.	max.	s.e.	V (%)
Šírka ceckovej cisterny pred	172	11,01	3,99	1,99	24,07	0,3	36,26
Hrúbka ceckovej steny pred	172	6,8	1,63	3,63	11,64	0,12	23,99
Dĺžka ceckového kanálika pred	172	12	2	6,85	16,48	0,15	16,64
Šírka Ceckovej cisterny po	171	8,58	3,75	2,37	21,58	0,29	43,71
Hrúbka ceckovej steny po	171	8,12	1,61	4,26	13,06	0,12	19,84
Dĺžka ceckového kanálika po	171	13,14	2,08	0,24	17,37	0,16	15,85

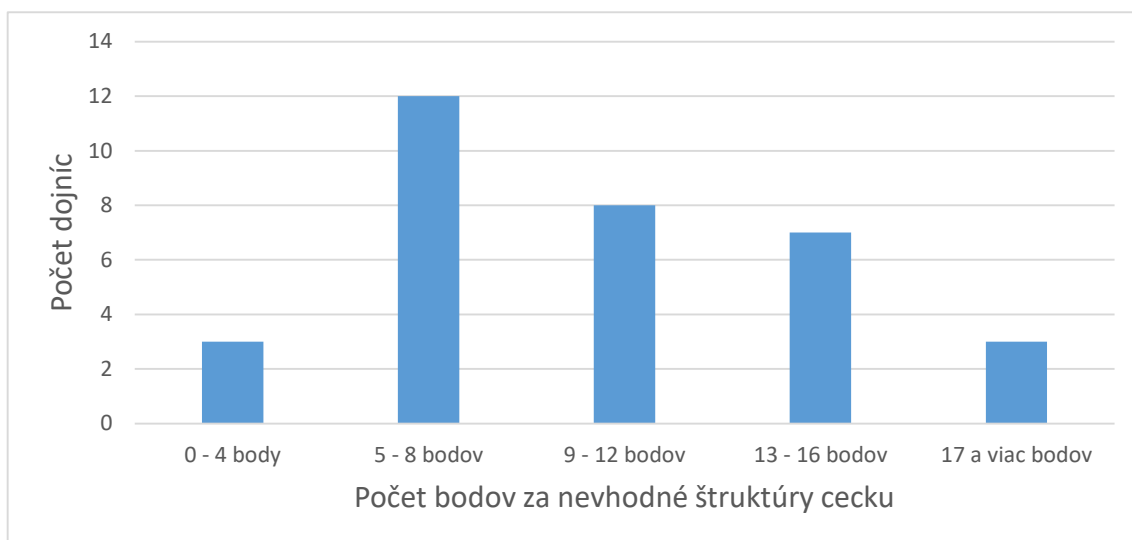
n - počet meraní;  $\bar{x}$  - aritmetický priemer; s - smerodajná odchýlka; min. - minimálna hodnota; max. - maximálna hodnota; s.e. - stredná chyba aritmetického priemeru; V (%) – variačný koeficient

### 5.5.3 Nevhodné morfológické vlastnosti cecku a ich vplyv na zdravie vemena

Na základe výsledkov tejto štúdie spolu z výsledkami s predchádzajúcich štúdií (viď. Metodika 4.4.3) boli ohodnotené cecky testovaných kráv, tým istým spôsobom ako u H. Celkovo bolo vyhodnotených 6 rizikových vlastností cecku s ohľadom na zdravie vemena a zloženie mlieka. Testovaná krava teda mohla dosiahnuť 0 až 6 bodov za každý cecok, 0 až 24 bodov za vemeno. V grafe 7 je znázornené frekvenčné rozloženie testovaného stáda pre výskyt rizikové vlastností ceckov na vemene. Až 18 testovaných dojnic malo viac ako 9 bodov, čo znamená viac ako 2 rizikové štruktúry na cecok. Testované J dosiahli horšie výsledky oproti H, kedy až tri J mali viac ako 16 bodov za vemeno. Taktiež iba 3 J dosiahli menej ako 4 body, oproti 9 H.



Graf 7 Rozdelenie testovaných kráv podľa dosiahnutého skóre.



Avšak, skóre za nevhodné štruktúry na úrovni cecku ani na úrovni kravy pre J nemalo významné vzťahy k sledovaným parametrom (tab. 24 a 25), na rozdiel od H. Toto zistenie poukazuje na silné medzi plemenné rozdiely, kedy hodnotenie vnútorných štruktúr podľa tých istých kritérií ako H nefungovalo. Zo sledovaných parametrov pozorujeme tendenciu pre vzťah iba pre PSB-KU, avšak aj tak by sa jednalo iba o slabý vzťah.

Tab. 24 Vzťah skóre za nevhodné štruktúry na úrovni cecku k sledovaným parametrom ( $n = 172$ ).

		Nádoj	Konduktivita	Dĺžka dojenja	PSB-KU	Tuk	Bielkovina
Skóre	r	-0,014	0,039	0,025	0,126	0,026	-0,025
	P	0,859	0,615	0,747	0,099	0,735	0,740
Skóre x PoCe	r	-0,012	0,031	0,026	0,117	0,041	-0,011
	P	0,872	0,686	0,739	0,128	0,593	0,886
Skóre x PoLa	r	-0,052	0,021	0,019	0,115	0,050	-0,010
	P	0,502	0,786	0,804	0,133	0,518	0,895
Skóre x PoLa x PoCe	r	-0,048	0,017	0,020	0,108	0,062	0,002
	P	0,536	0,828	0,792	0,158	0,420	0,983

PoCe – Poloha cecku; PoLa – poradie laktácie; PSB-KU – PSB-KU – počet somatických buniek z analýzy mlieka v rámci kontroly úžitkovosti

Tab. 25 Vzťah skóre za nevhodné štruktúry na úrovni vemena k sledovaným parametrom (n = 43).

		Nádoj	Konduktivita	Dĺžka dojenja	PSB-KU	Tuk	Bielkovina
Skóre	r	-0,061	-0,199	-0,016	-0,050	0,109	0,047
	P	0,746	0,283	0,932	0,788	0,559	0,801
Skóre x PoCe	r	-0,058	-0,201	-0,012	-0,051	0,133	0,065
	P	0,756	0,279	0,950	0,784	0,476	0,727
Skóre x PoLa	r	-0,111	-0,212	-0,022	-0,059	0,140	0,066
	P	0,552	0,253	0,905	0,753	0,453	0,726
Skóre x PoLa x PoCe	r	-0,107	-0,210	-0,018	-0,057	0,160	0,080
	P	0,568	0,257	0,922	0,759	0,391	0,668

PoCe – Poloha cecku; PoLa – poradie laktácie; PSB-KU – počet somatických buniek z analýzy mlieka v rámci kontroly úžitkovosti

## 6 DISKUSIA

Diskusia je rozdelená na tri časti venujúcim sa prvým dvom hypotézam. Predmet prvej hypotézy je rozdelený na kapitolu 6.1, kde je komentovaný vplyv vonkajších morfológických znakov na zdravie vemena, zatiaľ čo v kapitole 6.3 je diskusia zameraná na vplyv nevhodných vnútorných morfológických vlastností na zdravie vemena. Významné medzipliesenné rozdiely boli pozorované v skoro všetkých sledovaných znakoch, a aj preto je predmet tretej hypotézy diskutovaný priebežne počas celej diskusie.

Veľké odlišnosti medzi hodnotenými plemenami vidíme už aj zo základného štatistického vyhodnotenia, v ukazovateľoch dojivosti, dojiteľnosti, kvalite mlieka a morfológií vemena. To nie je prekvapivé, keďže H a J šľachtiteľské ciele sú značne odlišné, aj keď sa jedná o čisto mliečne plemená (SIH, 2018; JPI, 2017). Šľachtiteľské zameranie pre dĺžku ceckov je podobné pre sledované plemená, keďže väčšina mliečnych plemien je v dnešnej dobe šľachtená na kratšie cecky a to hlavne pre potreby robotického dojenia. Šľachtiteľský tlak na kratšie cecky bol prítomný aj v minulosti a to pri selekcii na vhodnú morfológiu vemena pre strojové dojenie. V priemere došlo k skráteniu dĺžky ceckov cca o 10 mm a ich hrúbky o cca o 5 mm za posledných 40 rokov (Tančín a Tančinová, 2008). Z iných znakov morfológie vemena sú do selekcie zahrnuté napríklad upnutie vemena, hĺbka vemena alebo postavenie ceckov (SIH, 2018; JPI, 2017). Jeden z dôvodov za šľachtiteľskými snahami na zlepšenie utvárania vemena je aj dávno pozorovaná vyššia náchylnosť na vznik mastitíd u kráv s nevhodne formovaným vemenom (Seykora a McDaniel, 1985; Monardes et al., 1990). Vnútorné morfológické znaky ceckov zatiaľ nie sú zahrnuté do selekčných indexov, aj keď výsledky tejto práce a iných štúdií naznačujú ich potenciál pre zaradenia medzi selekčné znaky pre ich silné prepojenie so vznikom intramamárnych ochorení.

Dlhodobé šľachtiteľské zameranie na dĺžku cecku sa preukázali aj v tejto práci, kedy priemerná dĺžka ceckov bola okolo 50 mm pre obe plemená. Priemerná dĺžka ceckov pre H v teste bola jemne vyššia (50,61 mm) v porovnaní z inými štúdiami, ako napr. 44,3 mm (Guarín et al., 2016); 44,6 až 47 mm (Pařilová et al., 2010); 45,5 mm (Strapák et al., 2015). Tieto rozdiely mohli byť spôsobené veľkosťou testovanej H skupiny, ktorá nemusí úplne zodpovedať populačnému priemeru českých holštajnských dojníc. Ďalší dôvod pre vysoké rozdiely medzi štúdiami môže byť aj rôzne šľachtiteľské zameranie na utváranie vemena medzi chovateľskými krajinami (Rebcová, 2019). Priemerná dĺžka ceckov v tejto práci sa približuje k hodnotám nameraných v štúdií Stádník et al. (2010). V nej pozorovali podobne dlhé cecky

(53,7 mm pre predné cecky), čo môže byť zapríčinené aj genetickou podobnosťou testovaných stád českej populácie holštajnského dobytká. Zwertvaegher et al. (2013a) namerali oveľa vyššiu priemernú dĺžku - 54,3 mm. J mali podstatne menšie a užšie cecky v porovnaní s testovanými H. Dos Santos et al. (2016) taktiež pozorovali menšiu morfometriu vemena u J v porovnaní s H a pripisuje to menšiemu telesnému rámcu. Avšak, cecky J sú proporčne dlhšie k ich telesnému rámcu. To sa môže ukázať ako problematické pri krížení týchto plemien ako zistili v štúdií Bretschneider et al. (2015), keď cecky H x J krížencov boli priemerne o 0,54 cm dlhšie oproti čistokrvným H.

H aj J vykazovali vysokú nevyrovnanosť dĺžky ceckov v testovanom stáde, a taktiež medzi predným a zadným ceckami. Podobnú nevyrovnanosť pozorovali aj v iných štúdiách, ako napríklad v štúdií Stádník et al. (2010), kde priemerná dĺžka ceckov v testovanej skupine bola 53,7 mm, ale dĺžka jednotlivých ceckov sa pohybovala v rozpätí od 32 mm do 94 mm. Podobná nevyrovnanosť bola pozorovaná aj v tejto práci, ako aj na úrovni ceckov tak aj medzi párami. Zadné cecky boli významne kratšie ako predné páry (pomer zadných k predným = 0,8 pre H a 0,78 pre J). Kratšie zadné páry sú bežným javom (Strapák et al. 2015, Guarín a Ruegg, 2016), avšak pomer zadných ku predným ceckom by mal byť nad 0,90 (Hamoen, 2016). Zwertvaegher et al. (2012) taktiež poukázali na veľké rozdiely v dĺžkach ceckov medzi dojnicami a tiež medzi ceckami jednotlivých štvrtí vemena v produkčných stádach. Asymetria vemena a samotných ceckov na vemene prispieva k vzniku mastitídy (Slettbak et al., 1995; Klaas et al., 2004).

## 6.1 NEVHODNE DLHÉ CECKY

Viac ako polovica testovaných dojnic mala aspoň jeden cecok, ktorý nemohol byť považovaný za optimálny - bol príliš dlhý alebo príliš krátky. Nežiaduce dĺžky ceckov sú stále vysoko zastúpené v európskych produkčných stádach (Zwertvaegher et al., 2012). Aj jediný nevhodný cecok môže spôsobiť zdravotné problémy vemena a nepohodlie počas dojenia pre zvieru. Napríklad cecky, ktoré sú príliš krátke pre danú ceckovú gumu, nedosiahnu bod zlomu gumy. Zatiaľ čo cecky, ktoré sú príliš dlhé, prenikajú do gumy pod bodom zlomu. V oboch prípadoch nemôže guma efektívne masírovať koniec cecku, čo postupne vedie k zhoršeniu stavu konca ceckov (Mein et al., 2004; Rasmussen et al., 2004). Tieto nevyrovnanosť na úrovni stáda a na úrovni vemena by mohli byť problematické pri výbere správnej ceckovej gumy pre stádo. Ak cecok do vložky správne nesedí, jeho hlavná funkcia - cyklická masáž cecku pre zabránenie preťaženia a vzniku edémov – je výrazne zhoršená (Mein et al., 2004). Gleeson et

al. (2004) pozorovali, že cecková guma mala väčší vplyv na zmeny tkaniva ceckov ako iné nastavenia dojenja. Mnohí autori pozorovali zhoršené zdravie vemena, ak sú cecky príliš krátke alebo príliš dlhé (Seykora a McDaniel, 1985; Strapák et al. 2015; Pisestyani et al., 2016). Avšak, štatistické vyhodnotenie preukázateľne nepotvrdilo silný vplyv nevhodne dlhých ceckov na zdravie vemena. Z ukazovateľov zdravia vemena sú PSB považované za zlatý štandard pre detekciu mastitídy, ale konduktivita mlieka je taktiež široko používaná a vhodná ako indikátor zdravia vemena (Viguiet et al., 2009). Významné vzťahy medzi týmito ukazovateľmi boli pozorované aj v tejto práci. Dĺžka ceckov na vemene síce mala štatisticky významné korelácie s nádojom a dĺžkou dojenja pre obe plemená, avšak iba pre H boli pozorované významné vzťahy dĺžky cecku ku konduktivite a rPSB. Avšak, tieto vzťahy boli slabé, a slabý vplyv dĺžky ceckov na ukazovatele zdravia vemena bol viditeľný aj pri ostatných vyhodnoteniach. Vplyv dĺžky cecku na zdravie vemena je stále otáznym. Väčšina štúdií sa zhoduje, že krátke cecky majú pozitívny vplyv na zdravie vemena, aj keď iba nízky (Coban et al., 2009; Klaas et al., 2004; Singh et al., 2014), čo sa zhoduje s výsledkami tejto práce. Zvýšený PSB u kráv s dlhšími ceckami pripisovali v štúdií Berry et al. (2004) vyššiemu riziku poranenia dlhších ceckov pri dojení, manipulácii a ustajnení. Zatiaľ čo v štúdií Strapák et al. (2015) pozorovali lepšie zdravie u dojníc z dlhými ceckami. Lepšie zdravie pre dojnice s dlhými ceckami bolo síce pozorované u J, avšak rozdiely boli štatisticky nevýznamné. Rôzne závery z týchto štúdií by mohli byť pravdepodobne vysvetlené rôznymi rozmermi používaných ceckových gúm pri pokusoch. Dlhšie cecky môžu mať nízke riziko výskytu mastitídy, ak prienik cecku do gumy je v rámci schopnosti gumy dostatočne sa zalomiť pod koncom cecku pre prevedenie účinnej masáže. Počas priebehu tohto pokusu sa používali výhradne ceckové gumy s 23 mm vstupným otvorom, a teda efekt rozmeru ceckovej gumy nemohol byť posudzovaný.

Dĺžka dojenja sa významne predlžovala s narastajúcou dĺžkou ceckov u H, pričom rozdiel v nádoji medzi xCec skupinami nebol taký veľký (+0,49 kg mlieka a +53 sekúnd dojenja pre vemená s dlhými ceckami oproti vemenám s krátkymi). To naznačuje, že vemená s kratšími ceckami malo počas dojenja vyšší prietok mlieka, čo je v súlade so zisteniami Rogers a Spencer (1991). Na druhej strane, Weiss et al. (2004) nepozorovali žiadne korelácie medzi znakmi dojiteľnosti a externe merateľnými charakteristikami ceckov, ako je dĺžka a hrúbka ceckov. Pozitívne korelácie medzi dĺžkou ceckov a dĺžkou dojenja boli pozorované pre obe plemená, avšak pre J neboli tieto vzťahy dostatočne silné, aby sa prejavili v ďalších vyhodnoteniach.

Vplyv ŠtLa a PoLa na nádoj, dĺžku dojenja a zdravie vemena, sa preukázal byť oveľa silnejší v porovnaní s vplyvom xCec. Účinok ŠtLa na vývoj nádoju počas laktácie bol v súlade

s typickou laktačnou krivkou, ktorá mala pre J vyrovnanejší priebeh. Tieto výsledky sú v súlade so štúdiou Tančina et al. (2006), v ktorej nádoj a dĺžka dojenia dosiahli maximum v druhom mesiaci laktácie, s následným postupným poklesom až do konca laktácie. Na začiatku laktácie má vemeno zvýšené riziko pre vznik mastitídy (Green et al., 2007). Väčšina prípadov klinickej mastitídy sa vyskytuje v prvom mesiaci laktácie (Barkema et al., 1998; Svensson et al., 2006). Výsledky taktiež poukazujú na zlé zdravie vemena na začiatku laktácie, pretože konduktivita a rPSB boli vyššie na začiatku a na konci laktácie v porovnaní s ostatnými štádiami. rPSB taktiež narastal so zvyšujúcim sa poradím laktácie, podobne ako v iných štúdiách (Laevens et al., 1997; De Haas et al., 2002; Tančin et al., 2007a). Naša zvýšená pozornosť pri prevencii intramamárnych infekcií by sa preto mala zamerať na staršie kravy a na kravy na začiatku laktácie.

## **6.2 FAKTORY OVPLYVŇUJÚCE MORFOLOGICKÉ ZMENY POČAS DOJENIA**

Počiatočná dĺžka cecku významne ovplyvňovala mieru PrdC. Tým pádom frekvenčné rozloženie dĺžky ceckov testovaného stáda je dôležitým faktorom pri testoch zameraných na zmeny vyvolané dojením. Cecky sa predlžovali viac so zvyšujúcou sa počiatočnou dĺžkou a rozdiely PrdC medzi krátkymi, normálnymi a dlhými ceckami si väčšinou udržiavali proporcionálne vyvážený pomer. Tento trend je viditeľný aj v iných štúdiách, keď napríklad Zwearheager et al. (2013a) uvádza priemerné PrdC 9,2% (priemerná dĺžka ceckov 54,3 mm) v porovnaní s 5,5% PrdC (priemerná dĺžka ceckov 44,3 mm) nameraných v štúdií Guarín a Ruegg (2016). V tejto práci bola pozorovaná vyššia hladina PrdC pre obe plemená (H = 12,35%; J = 15,23%; P < 0,05). Zaujímavé je, že vo všeobecnosti menšie cecky testovaných J dojníc dosiahli významne vyššiu hladinu PrdC v porovnaní s H. Na existujúce medzipliesenné rozdiely v rozmeroch ceckov a ich reakcii na dojenie bolo taktiež poukázané v štúdiách Stádníka et al. (2010) a Genc et al. (2018). V štúdií Stádník et al. (2010) mali testované dojnice českého strakatého plemena celkovo dlhšie cecky, ale počas dojenia sa v porovnaní s H predĺžili menej. Ako bolo pozorované aj v tejto práci, cecky rôznych plemien budú reagovať odlišne na podobné podmienky dojenia. Navyše, vplyv faktorov ako PoCe, ŠtLa a PoLa je mierne odlišný pre sledované plemená.

Poloha cecku (PoCe) na vemene mala výrazný vplyv na rozmery ceckov, ako bolo taktiež pozorované v štúdiách Zwervaeagher et al. (2012) a Guarín et al. (2017). Pomer medzi zadnými a prednými ceckami poukazuje na vysokú mieru nevyrovnanosti v dĺžke ceckov v

oboch testovaných stádach. Dlhšie predné cecky o približne 1 centimeter boli napríklad pozorované aj v štúdiách Weiss et al. (2004), Strapák et al. (2015) a Guarín a Ruegg (2016). Poloha cecku mala taktiež preukázateľný vplyv na PrdC. Aj keď zadné cecky boli výrazne kratšie, predlžovali sa preukázateľne viac. Tento trend je viditeľný hlavne u J, pretože odpoveď H ceckov bola oveľa vyrovnanejšia. Počiatočná dĺžka cecku taktiež rôzne ovplyvnila mieru predlžovania na základe polohy cecku, avšak trend bol rovnaký pre obe plemena. Prirodzene, existuje mnoho rozdielov medzi prednými a zadnými ceckami, ktoré by mohli mať potencionálny vplyv na PrdC, ako napríklad nádoj, dĺžka dojenia (Gleeson et al., 2004) a charakteristiky toku mlieka (Isaksson a Lind, 1992). Zadné cecky majú výrazne vyšší nádoj, vyšší tok mlieka a dlhšie sa doja v porovnaní s prednými ceckami (Weiss et al., 2004, Tančin et al., 2006), čo by mohol byť dôvod za vyššiu mieru PrdC. Odpoveď na dojenie medzi ľavými a pravými ceckami bola veľmi podobná, a z toho dôvodu vyhodnotenie jedného cecku s každého páru pre ďalšie štúdie venujúcej sa tejto problematike môže byť považované za dostačujúce a oveľa efektívnejšie. Výsledky tejto práce taktiež naznačujú možnosť optimalizácie nastavenia dojární na základe polohy ceckov, a to hlavne z dôvodu rozdielov v morfológií a nádoji. Rôzne nastavenie pre predné a zadné cecky by mohli mať pozitívny vplyv na zdravie vemená.

Nižšie PrdC pre kravy na druhej a ďalšej laktácii bolo pozorované iba u H, čo by mohlo naznačovať rýchlejšiu adaptáciu cecku na podmienky dojenia. Horšia adaptácia cecku na nové podmienky dojenia u J bola pozorovaná aj v štúdií Sterret et al. (2013), čo možno poukazuje na rozdiely v genetickej predispozícii alebo na rozdiely v morfológií ceckov medzi plemenami. Podľa Bobić et al. (2018a) dojacia technológia nie je dobre prispôbená veľkosti a tvaru J ceckov. Zaujímavé je taktiež pozorovanie, že skóre hyperkeratózy sa v s poradím laktácie zhoršovalo u H a simentálskych dojnic (Bobić et al., 2018b), zatiaľ čo pre J dojnice bolo pozorované postupné zlepšovanie v priebehu produkčného života (Bobić et al., 2018a). To môže súvisieť aj s meniacou sa dĺžkou ceckov počas s pribúdajúcimi laktáciami. Normálne dlhé cecky sa adaptovali najlepšie na dojenie, keď bolo pre ne pozorované najvyššie zníženie PrdC zo zvyšujúcim sa poradím laktácie pre obe plemena. Jedným z dôvodov môžu byť rozmery použitých ceckových gúm, ktoré sú vyberané tak, aby veľkostne vyhovovali väčšine ceckov v produkčnom stáde (Zwertvaegher et al., 2012). Nadmerné predlžovanie dlhých ceckov mohlo byť spôsobené nesúlalom medzi rozmermi gummy a cecku. Tento nesúlad sa postupne prehĺbuje zo zvyšujúcou sa dĺžkou ceckov počas produkčného života dojnice a postupne bude dojenie

vytvárať vyššiu záťaž na tkanivo cecku. Na druhej strane, krátke cecky by sa mohli postupne spárovať lepšie z používanými ceckovými gumami počas priebehu života dojnice.

Dĺžka ceckov vykazuje mierne variácie v priebehu laktácie. Zaujímavé je, že dĺžka ceckov náhle vzrástla na ŠtLa2 (30 – 49 DIM). Tento vrchol by mohol byť pripísaný prebiehajúcemu fyziologickému edému vemena počas ŠtLa1 (1-17 DIM), ktorý sa obyčajne objavuje po otelení (Divers a Peek, 2007). Edém vemena môže ovplyvniť rozmery ceckov (Waage et al., 2001) a to buď zmenou skutočných rozmerov ceckov, alebo zabránením presnému zmeraniu ceckových štruktúr (Zwertvaegher et al., 2012). Tomuto javu taktiež možno pripisovať vyššiu variabilitu PrdC na začiatku laktácie v porovnaní s oveľa jednotnejšou odozvou v neskorších štádiách. Tieto rozdiely mohli byť taktiež spôsobené zmenami v elasticite ceckov a ich odolnosti voči pôsobeniu podtlaku počas priebehu laktácie. PrdC klesal ku koncu laktácie pre H, zatiaľ čo pre J si udržiaval stabilný trend predlžovania. To môže byť spôsobené rozdielmi v perzistencii laktácie. Testované H dojnice vykazovali normálnu laktačnú krivku, zatiaľ čo J dojnice mali stabilný nádoj s iba miernym poklesom ku koncu laktácie. Nízky nádoj H na konci laktácie mohol zapríčiniť pokles PrdC, ako bolo navrhnuté v štúdií Gleeson et al. (2004). Aby sa predišlo skresleniu výsledkov pre sledované faktory, odporúčam nezahrňovať dojnice na začiatku laktácie (do 80 DIM) do štúdií zameraných na reakciu ceckov na dojenie. Naďalej, výkyvy v nádoji počas laktácie dávajú predpoklad pre zahrnutie ŠtLa ako faktora pre optimalizáciu nastavenia dojenia.

Spravidla sa majú cecky tendenciu predlžovať zo zvyšujúcim sa poradím laktácie v priemere o 2 až 3 mm (Seykora a McDaniel, 1985; Tilki et al., 2005; Strapák et al., 2015), ale niektoré cecky sa prirodzene predlžia viac ako iné. Jeden z faktorov, ktorý by mohol ovplyvňovať zmenu dĺžky počas života je rôzne PrdC. Výsledky tejto štúdie ukazujú, že cecky, ktoré sa nadmerne predlžovali vplyvom dojenia v priebehu laktácie, boli na konci laktácie natrvalo dlhšie. Tento vzťah bol pozorovaný pre zadné cecky J, ktoré dosahovali viditeľne najvyššie PrdC, a ľavý predný cecek H. Cecky na tejto pozícii sa nadmerne predlžovali, a to hlavne dlhé cecky na tejto pozícii. Kravské cecky majú veľmi vysoký Poissonov pomer v porovnaní s inými biologickými štruktúrami, ako je napríklad aorta. To znamená, že môžu výrazne meniť svoj tvar pod tlakom. Mechanicky povedané, tkanivo kravských ceckov by bolo možné opísať skôr ako vláknitú štruktúru než homogénny materiál, ako je guma, ktorá sa konštantne predlžuje pod tlakom (Lees et al., 1991). Tkanivo ceckov má biologický limit pre pozitívnu reakciu na vákuum. Prekročenie týchto limitov môže viesť k poškodeniu tkaniva ceckov (Pařilová et al., 2011) bez pozitívneho vplyvu na tok mlieka (Ipema et al., 2005).



Potreba preventívnej ochrany primárnych obranných mechanizmov ceckov bude v budúcnosti len narastať, pretože mikrobiálna rezistencia na antibiotiká sa taktisto bude postupne zvyšovať. Do budúca je však nutné zlepšiť naše pochopenie reakcie ceckov na dojenie pre možnú optimalizáciu nastavenia dojenia na fyziológiu kráv a na zlepšenie zdravia vemena (Guarín et al., 2017). Optimalizácia nastavenia dojárne pre lepšie prispôsobenie fyziológii dojníc by mohla priniesť zníženie poškodzovania ceckov a spomalenie morfológických zmien počas produkčného života (Pařilová et al., 2011; Edwards et al., 2013a; Ferneborg a Svennersten-Sjaunja, 2015).

Na základe výsledkov tejto práce, by sa plemeno mohlo považovať za dôležitý faktor pre optimalizáciu nastavenia dojenia, keďže boli zistené významné rozdiely v reakcii ceckov na dojenie medzi H a J. Významné rozdiely boli pozorované aj napriek tomu, že sa jedná o špecializovanými dojené plemená s dlhou históriou šľachtenia na utváranie vemena. Niektoré plemená sa vyznačujú vyššou elasticitou ceckov, zatiaľ čo cecky iných plemien môžu mať vyššiu odolnosťou proti pôsobeniu podtlaku (Stádník et al., 2011). V ideálnom prípade by malo byť dojenie nastavené individuálne pre každú kravu pre každé dojenie (Gašparík et al., 2018). Individuálne nastavenia by mohli byť vhodné pre využitie pri robotickom dojení, zatiaľ čo skupinové nastavenia by bolo účinnejším riešením pre použitie na dojárnach. Toto riešenie by však vyžadovalo lepšiu vyrovnanosť dojníc v rámci skupiny. Okrem plemena by sa na optimalizáciu dojenia mohli využiť aj ďalšie faktory identifikované v tejto práci ako je morfológia ceckov, PoLa, ŠtLa a PoCe. Zmeny vemena môžu byť nezvratné, ak sú kravy dlhodobo vystavené nevhodnému dojeniu a tieto kravy sú vystavené oveľa vyššiemu riziku vzniku mastitíd (Pařilová et al., 2011).

### **6.3 NEVHODNÉ VLASTNOSTI VNÚTORNEJ MORFOLÓGIE CECKOV**

Pri vyhodnotení vnútorných štruktúr cecku sa taktiež prejavili veľké medzi plemenné rozdiely. Takisto ako mali J menšie cecky, mali ich očakávane aj užšie. Avšak, hlavne kvôli užšej ceckovej cisterne pretože ceckovú stenu mali približne rovnako hrubú ako H. Interakcia medzi rozmermi cecku a rozmermi ceckovej gummy je veľmi dôležitá (Mein et al., 2004; Zwertvaegher et al., 2012), ako už bolo diskutované v prechádzajúcich kapitolách. Tenké cecky sa po nasadení dojadiaceho zariadenia vplyvom podtlaku snažia vyplniť objem ceckovej gummy (O'Callaghan, 2001), čo následne spôsobuje vyššie zaťaženie tkaniva cecku. Najvyšší PSB pre najtenšie cecky boli pozorované napríklad v štúdií Guarín et al. (2017). Na druhej strane, hrubé cecky sa nezmestia do ceckovej gummy a zvyšuje sa riziko pádu dojadiacej súpravy počas dojenia

(Rogers a Spencer, 1991). Vyššia hrúbka cecku ako priemer stáda bola v štúdií Slettbak et al. (1995) označená ako riziková vlastnosť s ohľadom pre vznik klinickej mastitídy. Seykora a McDaniel (1986) taktiež pozorovali narastajúci PSB so zvyšujúcou sa hrúbkou cecku. Najtenšie a najhrubšie cecky boli preto považované za rizikovú vlastnosť a boli teda spolu s piatimi ďalšími morfológickými vlastnosťami zaradené do skúšobného ohodnotenia rizikových morfológických vlastností cecku z ohľadom na zdravie vemena. Ďalšou rizikovou morfológickou vlastnosťou bol príliš hrubý koniec cecku. Hrúbka stredovej časti cecku pozitívne korelovala z hrúbkov koncovej časti cecku (Rathore a Sheldrake, 1977). Koniec cecku býva tenší ako stred a záleží hlavne na tom, aby sa zmestil do otvoru ceckovej gummy. Konce ceckov H boli výrazne hrubšie, čo mohlo spôsobiť vyššiu záťaž pre H cecky, keďže pre obidve plemená v teste sa používala cecková guma z 23 mm vstupným otvorom. Najhrubších 25% ceckov bolo vyselektovaných pre obe plemená, a následne boli označené ako riziková vlastnosť. Ďalším dôvodom pre označenie tejto vlastnosti za rizikovú bola aj štúdia Guarín a Ruegg (2016), kde pozorovali vyššiu šancu na vznik klinickej mastitídy zo zvyšujúcou sa hrúbkou konca cecku a pripísali to väčšej ploche konca ceckov pre bakteriálnu aktivitu.

Ceckový kanálik bol približne rovnako dlhý pre obe plemená (H priemer = 11,95 mm; J priemer = 12 mm), s podobnými frekvenčným rozložením. Namerané rozmery sú podľa odporúčaní štúdie Michel (1986) na hornej hranici optimálnej dĺžky ceckového kanálíka, ktorú stanovil na 8 až 12 mm. Dĺžka ceckového kanálíka testovaných dojníc bola vyššia aj v porovnaní s novšími štúdiami ako napríklad 9,7 mm až 10,7 mm (Sekere et al., 2009) a 10,73 mm (Szencziová et al., 2013). Avšak, Stádník et al. (2010) namerajú oveľa dlhšie kanáliky na ich testovacej skupine holštajnských (13,5 mm) a českých strakatých dojníc (14,2 mm). Rozdiely v nameraných hodnotách môžu byť spôsobené aj obťažnosťou presného merania malej štruktúry ceckového kanálíka. Aj keď meranie vnútorných štruktúr prebieha v rovnakých miestach, nevyhneme sa individualite pri subjektívnom meraní. Pre nájdenie najrizikovejších ceckových kanálikov sa aj preto využilo relatívne ohraničenie, namiesto daného rozmerového označenia. Už dlhodobo je známe, že krátke ceckové kanáliky sú náchylnejšie na vznik intramamárnych infekcií (Grindal et al., 1991; Lacy-Hulbert a Hillerton, 1995). Avšak, dlhé ceckové kanáliky sú taktiež problematické, a to hlavne pre ich spojenie s vyšším výskytom subklinických mastítid a problémami s tokom mlieka (Seyfried, 1992; Celik et al., 2008; Strapák et al., 2015). Preto boli najdlhšie a najkratšie ceckové kanáliky pre obe plemená považované za rizikovú morfológickú vlastnosť. Aj keď boli kanáliky podobne dlhé, u H bolo pozorované skoro dvojnásobne vyššie predĺženie počas dojenia oproti J (H priemer = 17%; J

priemer = 9,5%). Nadmerné predlžovanie ceckového kanálíka o viac ako 2 mm sa podľa štúdie Geishauer a Querengasser (2000) vyskytuje pri problémoch s tokom mlieka, a pre cecok je teda táto vlastnosť riziková s ohľadom na zdravie vemena. Aj keď sa kanáliky testovaných H dojníc predlžovali oveľa viac, stále dosahovali nižšie priemerné hodnoty ako v iných štúdiách na holštajnských dojniciach – napr. 27% (Szencziová et al., 2013) a 30% - 41% (Paulrud et al., 2005b).

Posledné dve rizikové morfológické vlastnosti, ktoré boli zaradené do štatistického vyhodnotenia, sú spojené so vznikom opuchov a edémov ceckov počas dojenia. Počas vysokého toku mlieka na začiatku dojenia sa cecky výrazne predlžujú. Následne, keď je tok mlieka nízky a pri dojení naprázdno cecky výrazne hrubnú. Znižujúca hrúbka cecku na začiatku dojenia odráža stenčovanie ceckovej steny vplyvom podtlaku, ktorý nastáva po nasadení dojacieho zariadenia. Následné zhrubnutie je spôsobené aktívnou hyperémiou v stene ceckov, najmä v žilovom systéme ceckov a lokálnym zvýšením krvného tlaku (Isaksson a Lind, 1992). Zatiaľ čo cecky J vplyvom dojenia priemerne jemne zhrubli v stredovej aj koncovej časti, cecky H sa stenčili, čo môže vypovedať o nižšom výskyte edémov u H. Strojové dojenie môže mať za následok preťaženie a edém ceckového tkaniva, najmä na konci cecku, ale tiež ovplyvňuje aj hrúbku stredovej časti cecku (Paulrud et al., 2005b). Krátkodobý účinok nevhodného dojenia na tkanivo ceckov sa prejavuje edémom, dlhodobým účinkom je poškodenie tkaniva konca cecku a vznik hyperkeratózy (Stádník et al., 2010). Zmena hrúbky konca cecku o viac alebo menej ako 5% je teda považovaná za rizikovú morfológickú vlastnosť s ohľadom na zdravie vemena (Zecconi et al., 1992), ale môže vypovedať aj o neefektívite dojenia (Hamann a Mein, 1996). Negatívny vplyv zhrubnutia strednej časti cecku bol potvrdený v štúdií Zwertvaegher et al. (2013a), kedy dojnice so zhrubnutými ceckami po dojení mali vyšší PSB oproti dojniciam, ktorým sa cecky stenčili. Avšak podľa môjho názoru, zmena ceckovej steny vplyvom dojenia lepšie odráža dôvod za negatívnym vplyvom zhrubnutia ceckov, keďže zhrubnutie je spôsobné hlavne opuchnutím ceckovej steny vplyvom dojenia. Vysoké zhrubnutie ceckovej steny bolo teda považované za ďalšiu rizikovú vlastnosť, namiesto zhrubnutia strednej časti cecku. Cecková stena priemerne zhrubla vplyvom dojenia približne o 2 mm (20,75% až 24,85%) pre obe testované plemená. Pozorované zmeny počas dojenia nadobúdali nižšie alebo podobné hodnoty v porovnaní s ostatnými štúdiami - 20 až 50% (Paulrud et al., 2005b), 23-24% (Strapák et al., 2015), 34% (Neijenhuis et al., 2001a). Z toho vyplýva, že nastavenie dojárne nespôsobovalo nadmerné zaťaženie ceckov, ktoré by spôsobilo ich výrazné zhrubnutie vplyvom dojenia.

Na vemene všetkých testovaných dojníc sa objavila minimálne jedna riziková vlastnosť. V extrémnych prípadoch sa objavilo aj vyše 15 rizikových vlastností na vemene, z možných 24. Vysoký výskyt týchto vlastností môže byť spôsobený neexistenciou šľachtenia na vnútorné štruktúry cecku. Hodnotenie rizikových morfológických vlastností ceckov s ohľadom na zdravie vemena fungovalo pre H, avšak nie pre J. Okrem medziplenných rozdielov v morfológických vlastnostiach, ktoré boli pozorované vo viacerých štúdiách (Klein et al., 2005; Sekere et al., 2009; Stádník et al., 2011), tento výsledok poukazuje aj na potrebu obohatenia štúdií venujúcich sa problematike morfológie vemena aj o menej zastúpené dojené plemená. Väčšina využitých štúdií o nevhodných morfológických vlastnostiach bola prevedená na holštajnských dojniciach (tab. 1; Metodika práce podkapitola 4.4.3). Avšak, je možné, že vemeno a organizmus rôznych plemien rôzne reagujú na infekčný tlak, a tým pádom nevhodné znaky morfológie vemena pozorované u H môžu byť lepšie znášané inými plemenami. Korelácie boli silnejšie pri vyhodnotení na úrovni cecku v porovnaní z vyhodnotením na úrovni vemena. To dáva zmysel, keďže ak je jeden cecok náchylnejší na vznik mastitídy tak je celá dojnica náchylnejšia na vznik mastitídy. Sila prvotných obranných mechanizmov organizmu dojnice proti infekciám vemena je určená najslabším článkom jej obrany, čo je v tomto prípade cecok s najvyšším počtom nevhodných morfológických vlastností.

Hodnotenie vnútornej morfológie cecku na základe týchto šiestich rizikových vlastností ukazuje potenciál pre jeho využitie na selekciu dojníc so zvýšenou rezistenciou proti mastitíde. H v teste preukázateľne strávili viac dní v subklinickej mastitídy počas sledovanej laktácie zo zvyšujúcim sa skóre za nevhodné morfológické vlastnosti. Nevhodné morfológické vlastnosti cecku boli v daných štúdiách (tab. 1; Metodika práce podkapitola 4.4.3) často spájané zo zvýšeným výskytom klinických mastitíd. Avšak, počas testovaného obdobia bol výskyt klinických mastitíd u oboch pozorovaných plemien veľmi nízky pre preukázateľné vyhodnotenie. Zvýšenie PSB pri výskyte intramamárnej infekcie je dlhodobo potvrdzovaný vzťah (Tančin et al., 2007a; Bezman et al., 2015), a silný vzťah medzi vysokým skóre za nevhodné vlastnosti a PSB bol pozorovaný aj v tejto práci. Na zhoršujúci sa zdravotný stav zo zvyšujúcim sa skóre poukazoval aj pokles obsahu laktózy. Laktóza je zo zložiek mlieka najstabilnejšia a k jej výkyvom môže dochádzať pri výskyte intramamárnych infekcií (Moyes et al., 2014; Bezman et al., 2015). Pri výskyte mastitíd taktiež dochádza k nárastu obsahu krvných zložiek v mlieku ako dôsledok zápalovej reakcie (Schultz, 1977, Larson et al., 1980). Pozorovaný pozitívny vzťah medzi obsahom krvi v mlieku a výskytom nevhodných morfológických vlastností cecku naďalej potvrdzuje významný vplyv morfológie cecku na

výskyt mastitíd. Z ukazovateľov zdravia vemena nebol významný vzťah ku skóre pozorovaný len ku konduktivite mlieka. Jej využitie pre detekciu infikovaných dojníc spočíva v jej tendencii sa zvyšovať v mlieku z infikovaného vemena (Bansal et al., 2005; Norberg, 2005). Avšak, skôr ako sledovanie absolútneho nárastu konduktivity, má väčší význam sledovanie zmeny oproti normálnej fyziologickej hodnote, ktorá môže byť pre dojnice individuálna. Tieto vzťahy sa teda nemohli ukázať v korelačnom hodnotení. Zmeny v mliečnom tuku a mliečnom proteíne môžu byť spôsobené aj niektorými typmi mastitíd (Azzara a Dimick 1985; Almeida et al. 1996; Moyes et al., 2014), ale nie sú tak výrazné ako zmeny v obsahu laktózy. Množstvo vyprodukovaného tuku a proteínu (v kg) je modifikované vplyvom intramamárnych infekcií, ale rozsah tohto vplyvu je sporný (Seegers et al., 2003, Hortet a Seegers, 1998). V tejto práci nebol pozorovaný žiadny vplyv nevhodnej morfológie vemena na tuk a bielkoviny, ani na úrovni cecku ani na úrovni vemena, ani pre jedno plemeno.

Hodnotenie sa ešte spresňuje po pridaní ďalších faktorov spojených so zdravým vemena. Zadné cecky sú častejšie postihované mastitídov (Tančin et al., 2007a), a aj preto je ich morfológia dôležitejšia. Dosiagnuté skóre za nevhodné vlastnosti zadných ceckov bolo preto prenášobené koeficientom  $\times 1,5$ , čo spôsobilo zosilnenie korelačných vzťahov medzi skóre a ukazovateľmi zdravia vemena. Vek dojnice je ďalší faktor silno prepojený so zdravým vemena ako bolo už dávno dokázané viacerými štúdiami (Blackburn, 1966; Schepers et al., 1997; Coffey et al 1985; de Haas et al., 2002). Počas produkčného života sa mení dôležitosť jednotlivých obranných mechanizmov organizmu dojnice proti infekciám vemena. Mechanizmy so zvyšujúcou sa dôležitosťou v neskoršom veku majú vyššiu genetickú variabilitu (Coffey et al., 1985). Model popisovaný v tejto práci vykazoval najsilnejšie korelačné vzťahy ku zdraviu vemena po zahrnutí faktoru veku dojnice spolu s faktorom polohy cecku. Avšak, aj model s jedným zahrnutým faktorom vykazoval významnejšie vzťahy v porovnaní s modelom, ktorý bere do úvahy iba skóre za nevhodné morfologické vlastnosti. Tento model samozrejme nie je dokonalý a je potrebné jeho ďalšie spresňovanie. Je potrebné lepšie overiť kritériá pre udeľovanie bodov za nevhodné morfologické vlastnosti, či už pri výbere ohraničenia rozmerov nevhodnosti pozorovaných ceckových štruktúr alebo samotné obsiahnutie daných nevhodných vlastností v hodnotení. Model by sa ďalej spresnil po pridaní ďalších nevhodných morfologických vlastností so silným vplyvom na zdravie vemena, prípadne odstránením vlastností so slabším vplyvom na zdravie vemena. Spresňovanie modelu je taktiež možné aj pridaním ďalších faktorov úzko spojených so zdravím vemena, ako poloha cecku a vek dojnice. Dôležitá bude aj identifikovať rozsah vplyvu týchto faktorov na zdravie

vemena, aby bolo možné vypočítať hodnotu prenásobovacieho koeficientu. Do budúca by bolo vhodné otestovanie tohto modelu na väčšej populácii dojníc rôznych plemien. Medzi dojenými plemenami existujú významné rozdiely, ktoré si budú vyžadovať úpravu modelu špecificky pre každé plemeno. Lepšie pochopenie reakcie ceckov na dojenie je potrebné pre umožnenie optimalizácie nastavenia dojenia, ktoré by bolo lepšie prispôsobené fyziológií kráv a zabezpečilo by zlepšenie zdravia vemena (Guarín et al., 2017).

## ZÁVER A ODPORÚČANIA PRE PRAX

V tejto práci boli potvrdené, či už z časti alebo úplne, predmety všetkých troch hypotéz. Prvá hypotéza sa na základe výsledkov tejto práce ukázala byť pravdivá, aj keď iba s časti. Vnútoraná morfológia ceckov mala významnejší vplyv na zdravotní stav vemena ako nevhodná dĺžka ceckov. A to hlavne u holštajnských dojníc, kde sa zhoršovalo zdravie vemena zo zvyšujúcim sa výskytom nevhodných vlastností vnútornej morfológie cecku. Výsledky prezentované v tejto práci poukazujú na veľký potenciál selekcie zvierat na vhodnú morfológiu vnútorných ceckových štruktúr pre zlepšenie zdravia vemena a zvýšenie prirodzenej rezistencie organizmu na mastitídu. Na druhej strane, negatívny vplyv nevhodne dlhých ceckov sa preukázateľne nepotvrdil ani pre jedno plemeno. Narastajúca dĺžka ceckov sa negatívne premietla na sledované parametre zdravia vemena len u H a to len veľmi slabo. U J boli vzťahy medzi morfológiou vemena a zdravím vemena veľmi slabé, ako aj pri vyhodnotení dĺžky cecku, tak aj pri vyhodnotení nevhodných vnútorných morfológických vlastností. V tejto práci nebol pozorovaný žiadny vplyv nevhodnej morfológie vemena na tuk a bielkoviny, ani na úrovni cecku ani na úrovni vemena, ani pre jedno plemeno. Taktiež vyšší obsah krvi, laktózy a somatických buniek u holštajnských dojníc s nevhodnou morfológiou je skôr spájaný s vyšším výskytom mastitíd, ako priamym vplyvom morfológie na zloženie a kvalitu mlieka.

Druhá hypotéza bola úplne potvrdená. Okrem silného vplyvu štádia a poradie laktácie na zmeny cecku počas dojenia, bol navyše identifikovaný aj silný vplyv plemena, polohy a morfológie cecku. Pri plánovaní budúcich pokusov venujúcich sa preberanej problematike by sa mali zohľadniť faktory identifikované v tejto práci, aby sa predišlo skresleniu výsledkov pri testovaní iných faktorov, ako napríklad testovanie vplyvu mliečnej produkcie, nastavenia dojárne alebo vplyvu ceckovej gummy. Predlžovanie vplyvom dojenia sa zvyšovalo z narastajúcou počiatočnou dĺžkou cecku. Okrem zisteného vplyvu dĺžky cecku na mieru predlžovania, by aj vnútoraná morfológia cecku mohla mať silný vplyv na zmeny počas dojenia. Avšak, pravdepodobne sa jedná o komplexné vzťahy a ich identifikácia teda bude predmetom nasledujúcich štúdií. Cecky na určitých pozíciách sa nadmerne predlžovali vplyvom dojenia, čo spôsobilo ich nárast v dĺžke na konci laktácie oproti ich rozmerom na začiatku laktácie. Do budúca je potrebné lepšie identifikovať kritické hodnoty predĺženia hlavne z ohľadom na zdravie vemena a optimalizácie nastavenia dojární. Výsledky tejto práce taktiež naznačujú, že ďalším krokom v zlepšovaní technológie dojenia bude možnosť optimalizácie pre skupiny alebo dokonca pre jednotlivé kravy na základe morfológie ceckov, plemena, štádia laktácie,

poradia laktácie a polohy cecku. Optimalizácia nastavenia dojárne pre lepšie prispôsobenie fyziológii dojníc by mohla priniesť zníženie poškodzovania ceckov a spomalenie morfológických zmien počas produkčného života. Kľúčové bude aj rozhodnutie či vyhodnocovať relatívnu alebo absolútnu zmenu, pretože pri štatistickom hodnotení sa správajú odlišne. Relatívna zmena je menej ovplyvnená počiatočnou dĺžkou ceckov testovaných zvierat a umožňuje efektívnejšie porovnanie medzi plemenami.

Predmet tretej hypotézy sa taktiež úplne potvrdil. Výsledky tejto práce sa zhodujú s nedávnymi štúdiami a poukazujú na výrazné medziplotenné rozdiely v morfológií cecku. Reakcia ceckov na dojenie bola taktiež odlišná medzi sledovanými plemenami. Nastavenie dojárne bolo rovnaké pre obe plemená, avšak u J bolo pozorované významne vyššie predlžovanie ceckov. Na druhej strane, zmeny vnútorných štruktúr boli výraznejšie u H. Modelové vyhodnotenie nevhodných morfológických vlastností cecku malo preukázateľný vplyv na zdravie vemena len u H. Vemeno a organizmy rôznych plemien rôzne reagujú na infekčný tlak, a nevhodné znaky morfológie vemena pozorované u H môžu byť lepšie znášané inými plemenami. Tento výsledok poukazuje aj na potrebu obohatenia štúdií venujúcich sa problematike morfológie vemena aj o menej zastúpené dojené plemená.

Počas tohto experimentu bolo nabodnutých mnoho využiteľných praktických a hlavne teoretických skúseností, ktoré budú nápomocné pri príprave a prevedení ďalších experimentov venujúcich sa tejto komplexnej problematike. Do budúcnosti je potrebné prevedenie ďalších štúdií pre lepšie objasnenie mechanizmov za interakciou cecku a dojacieho zariadenia počas dojenia, a hlavne ich prepojení k zdraviu vemena a kvalite mlieka. Závery tejto práce budú využité aj k efektívnejšiemu výberu testovacej skupiny a správne sa zameraniu na morfológické štruktúry zo silným vplyvom na zdravie vemena.



## VZNIKNUITÉ PUBLIKÁCIE

- **GAŠPARÍK, M.** - STÁDNÍK, L. - DUCHÁČEK, J. - TANČIN, V.: Differences between Jersey and Holstein cows in milking-induced teat prolongation throughout the lactation. *Czech Journal of Animal Science*. Accepted.
- **GAŠPARÍK, M.** - DUCHÁČEK, J. - STÁDNÍK, L. - TANČIN, V. (2019). Impact of wide range of teat lengths on the udder health and Milking time in Holstein cows. *Scientia Agriculturae Bohemica*. vol. 50(2). pp. 80 – 88.
- **GAŠPARÍK, M.** - DUCHÁČEK, J. - STÁDNÍK, L. – NOVÁKOVÁ, V. (2018) Impact of milking settings optimization on milk quality, milking time and milk yield in Holstein cows. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. vol. 420(1). pp. 012073.
- TOUŠOVÁ, R. - DUCHÁČEK, J. - PTÁČEK, M. - **GAŠPARÍK, M.** (2019). Potential of Blue Grey Cattle Managed Under Organic Farming Conditions of Czechia. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*. vol. 67 (3), pp. 763 – 770.
- TOUŠOVÁ R. - DUCHÁČEK J. - **GAŠPARÍK M.** - PTÁČEK M. - KITZLER L. (2018). Analysis of Growth Intensity and Carcass Characteristics of Wagyu-Aberdeen Angus Crossbred Steers. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis* vol. 66(4), pp. 897-903.
- TOUŠOVÁ, R. - DUCHÁČEK, J. - STANĚK, S. - PTÁČEK, M. - STÁDNÍK, L. - **GAŠPARÍK, M.** (2017). Influence of legs and udder evaluation on longevity and selected milk production parameters in Czech Fleckvieh and Montbeliarde cattle. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*, vol. 65 (4), pp. 1303 - 1308.
- **GAŠPARÍK, M.** - STÁDNÍK, L. - DUCHÁČEK, J. (2017). Využívání systémů pro automatické ukončování dojení pro snížení času dojení na prázdno. *Náš chov*, vol. 77 (2), pp. 60-61.
- DUCHÁČEK, J. – STÁDNÍK, L. – **GAŠPARÍK, M.** - PTÁČEK, M. (2017). Vztah mezi růstovou schopností, parametry zmasilosti a protučnosti s perspektivou pro předpověď plemenných hodnot u plemene aberdeen angus v ČR. *Zpravodaj ČSCHMS*, vol. 3/2017, pp. 24 – 27
- **GAŠPARÍK, M.** - STÁDNÍK, L. - DUCHÁČEK, J. (2016). Moderní postupy v procesu dojení. *Zemědělec*, vol. 39, pp. 15-16.

- STÁDNÍK, L. – RAJMON, R. – DUCHÁČEK, J. – **GAŠPARÍK, M.** (2019). Zajištění konkurenceschopnosti zlepšováním kvality mléka a zdraví dojnic. Zborník k sérii seminářů v rámci Programu rozvoje venkova operace 1.2.1 Informační akce. 55 p.
- TANČIN, V. – STRAPÁK, P. – MAČUHOVÁ, J. – **GAŠPARÍK, M.** (2017). Fyziologie toku mléka z vemena dojnic: možný vztah k anatomii cecku a zdraví vemena. Nitra : SPU. 80 p.
- **GAŠPARÍK, M.** - STÁDNÍK, L. - DUCHÁČEK, J. (2017). Effect of teat length on the quality of milk and milkability in Holstein Breed. Pre konferenciu *Animal Breeding 2017*, 8.2.2017 Mendelova Univerzita v Brně.
- DUCHÁČEK, J. – STÁDNÍK, L. – **GAŠPARÍK, M.** - PTÁČEK, M. (2017). Vztah růstové schopnosti, zmasilosti a protučnělosti v průběhu odchovu skotu aberdeen angus v ČR. Pre konferenciu *Kvalita mäsa*, 1. - 2.6.2017 Slovenská Poľnohospodárska Univerzita v Nitre.
- DUCHÁČEK, J. – STÁDNÍK, L. – PTÁČEK, M. – **GAŠPARÍK, M.** (2017). Perspektiva plemenných hodnot pro zmasilosť plemene aberdeen angus a její využití pro selekci a šlechtění. Pre konferenciu *Kvalita mäsa*, 1. - 2.6.2017 Slovenská Poľnohospodárska Univerzita v Nitre.

## ZOZNAM SKRATIEK

**abs.** – absolútne zmena dĺžky (mm)

**DIM** – dni v laktácii (days in milk)

**H** – holštajnské plemeno

**J** – plemeno jersey

**max.** - maximálna hodnota

**min.** - minimálna hodnota

**n** – počet meraní

**PoCe** – poloha cecku

**PoLa** – poradie laktácie

**PrdC** - predĺženie ceckov vplyvom dojenia

**PrL**– predný ľavý

**PrP** – predný pravý

**PSB** – počet somatických buniek

**PSB-AFI** – počet somatických buniek z analýzy mlieka v analyzátore Afilab

**PSB-KU** – počet somatických buniek z analýzy mlieka v rámci kontroly úžitkovosti

**r%** - relatívna zmena dĺžky

**rPSB** – relatívny počet somatických buniek

**s** - smerodajná odchýlka

**s.e.** - stredná chyba aritmetického priemeru

**ŠtLa** – štádium laktácie

**V (%)** - variačný koeficient

**xCec** - priemerná dĺžka ceckov na vemene

**ZaL**– zadný ľavý

**ZaP** – zadný pravý

$\bar{x}$  - aritmetický priemer

## PREHLAD POUŽITEJ LITERATÚRY

- Almeida, R. A., Matthews, K. R., Cifrian, E., Guidry, A. J., Oliver, S. P. 1996. *Staphylococcus aureus* invasion of bovine mammary epithelial cells. *Journal of Dairy Science*. 79(6). 1021–1026.
- Antalík, P., Strapák, P. 2010. The evaluation of milkability of slovak pinzgau cattle by lactocorder. *Slovak Journal of Animal Science*. 43. 173-178. ISSN 1337-9984.
- Asti, R. N., Kurtdede, N., Altunay, H., Alabay, B., Özen, A., Bayraktaroğlu, A. G. 2011. Histological and Immunohistochemical Studies on the Furstenberg's Rosette in Cows. *Kafkas Universitesi Veteriner Fakultesi Dergisi*. 17(2). 223 – 228.
- Auldist, M. J., Coats, S., Sutherland B. J., Mayes, J. J., McDowell, G. H., Rogers, G.L. 1996. Effects of somatic cell count and stage of lactation on raw milk composition and the yield and quality of Cheddar cheese. *Journal of Dairy Research*. 63. 269–280.
- Azzara, C. D., Dimick, P. 1985. Lipoprotein lipase activity of milk from cows with prolonged subclinical mastitis. *Journal of Dairy Science*. 68(12). 3171–3175.
- Bader, E., Porval, M., Gyorkos, I., Bader, P. 2001. A togyegéségügyre irányuló szelekció lehetosegei. *Holstein Magazin*. 1. 8-12.
- Band'ošová, J., Tančin, V., Uhrinčať, M., Mihina, Š., Kirchnerová, K., Tančinová, D., Kišac, P. 2005. Vplyv rôzneho nastavenia kritickej hodnoty prietoku mlieka na priebeh dojenja. *Polnohospodárstvo*. 51. 302-330.
- Bansal, B. K., Hamann, J., Grabowski, N. T., Singh, K. B. 2005. Variation in the composition of selected milk fraction samples from healthy and mastitic quarters, and its significance for mastitis diagnosis. *Journal of dairy research*. 72. 144–152.
- Barkema, H.W., Schukken, Y.H., Lam, T.J.G.M., Beiboer, M.L., Wilmink, H., Benedictus, G., Brand, A. 1998. Incidence of clinical mastitis in dairy herds grouped in three categories by bulk milk somatic cell counts. *Journal of dairy science*. 81(2). 411-419.
- Berry, D.P., Buckley, F., Dillon, P., Evans, R.D., Veerkamp, R.F. 2004. Genetic relationships among linear type traits, milk yield, body weight, fertility and somatic cell count in primiparous dairy cows. *Irish Journal of Agricultural and Food Research*. 43. 161–176.

- Besier, J., Bruckmaier, R. M. 2016. Vacuum levels and milk-flow-dependent vacuum drops affect machine milking performance and teat condition in dairy cows. *Journal of Dairy Sciences*. 99. 3096 – 3102.
- Bezman, D., Lemberskiy-Kuzin, L., Katz, G., Merin, U., Leitner, G. 2015. Influence of intramammary infection of a single gland in dairy cows on the cow's milk quality. *Journal of Dairy Research*. 82(3). 304-311.
- Bhutto, A. L., Murray, R. D., Woldehiwet, Z. 2010. Udder shape and teat-end lesions as potential risk factors for high somatic cell counts and intra-mammary infections in dairy cows. *Veterinary Journal*. 183(1). 63–67.
- Biederman, G., Hubal, M. 1994. Untersuchungen zur Euterform und Melkbarkeit schwarzbunter Kühe. *Züchtungskunde*. 66. 38-48.
- Blackburn, P. S. 1966. The variation in cell count of cow's milk throughout lactation and from one lactation to the next. *Journal of Dairy Research*. 33. 193–198.
- Bobić, T., Mijić, P., Gregić, M., Kučević, D., Gantner, V. 2018a. The differences in teat-end hyperkeratosis in Holstein and Jersey dairy cows. *Journal of Central European Agriculture*. 19. 772-776.
- Bobić, T., Mijić, P., Gregić, M., Gantner, V. 2018b. The differences in milkability, milk, and health traits in dairy cattle due to parity. *Mljekarstvo/Dairy*. 68. 57-63.
- Boettcher, P. J., Dekkers, J. C., Kolstad, B.W. 1998. Development of an udder health index for sire selection based on somatic cell score, udder conformation, and milking speed. *Journal of dairy science*. 81. 1157–1168.
- Botaro, B. G., Cortinhas, C. S., Dibbern, A. G., e Silva, L. F. P., Benites, N. R., dos Santos, M. V. 2015. Staphylococcus aureus intramammary infection affects milk yield and SCC of dairy cows. *Tropical animal health and production*. 47(1). 61-66.
- Bramley, A. J., Dodd, F. H., Mein, G. A., Bramley, J. A. 1992. Machine milking and lactation. Inside books. UK. 435 s. ISBN 0-9519188-0-X.
- Bretschneider, G., Arias, D., Cuatrin, A. 2015. Comparative evaluation of udder and body conformation traits of first lactation  $\frac{3}{4}$  Holstein  $\frac{1}{4}$  Jersey versus Holstein cows. *Archivos de medicina veterinaria*. 47(1). 85-89.

- Bucek, P. 2018. Kontrola mléčné užitkovosti skotu v kontrolním roce 2016/2017. *Náš Chov*. 1. 16-19.
- Canadian Dairy Network. 2016. Heritability estimates used for genetic evaluation in Canada (cit. 2016-12-10). Dostupné na <<https://www.cdn.ca/document.php?id=460>>
- Celik, H. A., Aydin, I., Colak, M. E. H. M. E. T., Sendag, S., Dinc, DA. 2008. Ultrasonographic evaluation of age related influence on the teat canal and the effect of this influence on milk yield in Brown Swiss cows. *Bulletin of the Veterinary Institute in Pulawy*. 52. 245-249.
- Cellcheck Programme Technical Working Group 2011. Cellcheck Farm Guidelines for Mastitis Control. AHI. Leitrim. ISBN-10: 0957074204.
- Clarke, T., Cuthbertson, E. M., Greenall, R. K., Hannah, M. C., Jongman, E., Shoesmith, D. 2004. Milking regimes to shorten milking duration. *Journal of dairy research*. 71(4) 419-426.
- Clarke, T., Cuthbertson, E. M., Greenall, R. K., Hannah, M. C., Shoesmith, D. 2008. Incomplete milking has no detectable effect on somatic cell count but increased cell count appears to increase strip yield. *Australian Journal of Experimental Agriculture*. 48 (9). 1161-67.
- Clough, P. A. 1972. Pipeline milking machines and milking systems. *Agricultural Engineer*. 27(1). 17-24.
- Coban, O., Sabuncuoglu, N., Tuzemen, N. 2009. A study on relationships between somatic cell count (SCC) and some udder traits in dairy cows. *Journal of Animal and Veterinary Advances*. 8 (1). 134-138.
- Coffey, E. M., Vinson, W. E., Pearson, R. E. 1985. Heritabilities for lactation average of somatic cell counts in first, second, and third or later parities. *Journal of Dairy Science*. 68. 3360-3362.
- Coffey, E. M., Vinson, W.E., Pearson, R.E. 1986. Somatic cell counts and infection rates for cows of varying somatic cell count in initial test of first lactation. *Journal of dairy Science*. 69. 552-555.

- Collins, R. A., Parsons, K. R., Field, T. R., Bramley, A. J. 1988. Histochemical localization and possible antibacterial role of xanthine oxidase in the bovine mammary gland. *Journal of Dairy Research*. 55(1). 25-32.
- Craig, T. V., Force, D. K., Bremel, D. H., Stressen, S. 1991. Effect of pulsation ratio, pulsation rate and teatcup liner design on milking rate and milk production. *Journal of Dairy Science*. 74. 1243–51.
- ČMSCH. 2018. Rozbory kontroly užítkovosti - Laboratoř pro rozbor mléka Buřtěhrad (cit. 2018-09-05). Dostupné na <<http://admin.cmsch.cz/cs/rozbory-kontroly-uzitkovosti/>>
- de Haas, Y., Barkema, H. W. Veerkamp, R.F. 2002. The effect of pathogen-specific clinical mastitis on the lactation curve for somatic cell count. *Journal of Dairy Science*. 85. 1314–1323.
- De Koning, K., Ronningen, O., Bjerring, M., Ipema, B. 2003. Testing of liners and measuring material properties. *Proceedings of 100 years with Liners and Pulsators*. 499–506.
- DeVries, T. J., - von Keyserlingk, M. A. G. 2006. Feed stalls affect the social and feeding behavior of lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 89. 3522–3531.
- DeVries, T. J., Dufour, S., Scholl, D. T. 2010. Relationship between feeding strategy, lying behavior patterns, and incidence of intramammary infection in dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 93. 1987–1997.
- Divers, T.J., Peek, S.F. 2007. Rebhun's diseases of dairy cattle – 2nd edition. Amsterdam : Elsevier Health Sciences. 704 s. ISBN 9781416031376
- Djabri, B., Bareille, N., Beaudeau, F., Seegers, H. 2002. Quarter milk somatic cell count in infected dairy cows: a meta-analysis. *Veterinary research*. 33(4). 335-357.
- Doleřal, O., Hlásný, J., Jílek, F., Hanuš, O., Vegricht, J., Pytloun, J., Matouř, E., Kvapilík, J. 2000. Mléko, dojení, dojírny. Agrospoj. Praha. 241 s.
- dos Santos, S.K., Oliveira, M.G., Noriler, E.P., Vrismann, D.P., Borges, L.P.B., Santos, V.J.C., Coutinho, L.N., Teixeira, P.P.M. 2016. Mammary gland ultrasound evaluation of Jersey cattle breed. *Acta Scientiae Veterinariae*. 44. 1-5.
- Dragossy, Z. S. 2001. A szomatikus sejtszám és a togytulajdonságok összefüggései. *Holstein Magazin*. 5. 56-57.

- Du Le, J., De La Chevaliere, M., Taverna, M., Dano, Y. 1994. Aptitude des vaches a latriate mecangue: Relations avec certaines caracteristiques physiques du trayon. *Annales de zootechnie*. 43. 77-90.
- Ducháček J., Beran J., Ptáček M., Stádník L., Okrouhlá M., Toušová R., Doležalová M. 2015. Relationships of fatty acid group contents in milk and reproductive performance in Holstein cows. *The Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*. 39. 357–363.
- Edwards, J. P., O'Brien, B., Lopez-Villalobos, N., Jago, J. G. 2013a. Overmilking causes deterioration in teat-end condition of dairy cows in late lactation. *Journal of Dairy Research*. 80(3). 344-348.
- Edwards, J. P., Jago, J. G., Lopez-Villalobos, N. 2013b. Short-term application of prestimulation and increased automatic cluster remover threshold affect milking characteristics of grazing dairy cows in late lactation. *Journal of Dairy Science*. 96(3). 1886–1893.
- Ferneborg, S., Svennersten-Sjaunja, K. 2015. The effect of pulsation ratio on teat condition, milk somatic cell count and productivity in dairy cows in automatic milking. *Journal of Dairy Research*. 82(4). 453-459.
- Franz, S., Floek, M., Hofmann-Parisot, M. 2009. Ultrasonography of the bovine udder and teat. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*. 25(3). 669-685.
- Fregonesi, J. A., Tucker, C. B., Weary, D. M. 2007. Overstocking reduces lying time in dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 90. 3349–3354.
- Gašparík, M., Stádník, L., Ducháček, J. 2016. Moderní postupy v procesu dojení. *Zemědělec*. 39. 15-16. ISSN 1211-3816.
- Gašparík, M., Stádník, L., Ducháček, J. 2017. Effect of teat lenght on the quality of milk and milkability in Holstein Breed. *Animal Breeding 2017*, 8.2.2017 Mendelova Univerzita. Brno. ISBN 978-80-7509-473-5.
- Gašparík, M., Ducháček, J., Stádník, L., Nováková, V. 2018. Impact of milking settings optimization on milk quality, milking time and milk yield in Holstein cows. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. 420(1). 012073
- Geishauser, T., Querengasser, K. 2000. Investigations on teat canal length in teats with milk flow disturbances. *Journal of dairy science*. 83. 1976-1980.



- Genc, M., Coban, O., Ozenturk, U., Eltas, O. 2018. Influence of breed and parity on teat and milking characteristics in dairy cattle. *Macedonian Veterinary Review*. 41. 169-176.
- Gleeson, D. E., O'Callaghan, E.J., Rath, M. 2002. Effect of milking on bovine teat tissue as measured by ultrasonography. *Irish Veterinary Journal*. 55. 628-632.
- Gleeson, D. E., Kilroy, D., O'Callaghan, E., Fitzpatrick, E., Rath, M. 2003. Effect of machine milking on bovine teat sinus injury and teat canal keratin. *Irish Veterinary Journal*. 56(1). 46–50. ISSN 0368-0762.
- Gleeson, D. E., O'Callaghan, E. J., Rath, M. V. 2004. Effect of liner design, pulsator setting, and vacuum level on bovine teat tissue changes and milking characteristics as measured by ultrasonography. *Irish Veterinary Journal*. 57(5). 289–296.
- Gleeson, D. E., O'Callaghan, E. J., Rath, M. V. 2005. Effect of two milking system on the milking characteristics, teat tissue changes and new infections rate of dairy cows. *Animal Research*. 54. 256-267.
- Grant, R. J., Albright, J. L. 2001. Effect of animal grouping on feeding behaviour and intake of dairy cattle. *Journal of Dairy Science*. 84. E156–E163.
- Green, M.J., Bradley, A.J, Medley, G.F., Browne, W.J. 2007. Cow, farm, and management factors during the dry period that determine the rate of clinical mastitis after calving. *Journal of dairy science*. 90(8). 3764-3776.
- Grindal, R. J., Walton, A. W., Hillerton J. E. 1991. Influence of milk flow rate and streak canal length on new intramammary infection in dairy cows. *Journal of Dairy Research*. 58. 383–388.
- Guarín, J. F., Ruegg, P. L. 2016. Pre-and postmilking anatomical characteristics of teats and their associations with risk of clinical mastitis in dairy cows. *Journal of dairy science*. 99(10). 8323-8329.
- Guarín, J. F., Paixão, M. G., Ruegg, P. L. 2017. Association of anatomical characteristics of teats with quarter-level somatic cell count. *Journal of dairy science*. 100(1). 643-652.
- Haeussermann, A., Britten, J., Britten, A., Pahl, C., Alveby, N., Hartung, E. 2016. Effect of a multi-sided concave liner barrel design on thickness and roughness of teat-end hyperkeratosis. *Journal of Dairy Research*. 83(2). 188-195.

- Hamann, J., Nipp, B., Mein, G. A. 1988. Improving milk quality by improving teat condition: a new method of measuring teat tissue reactions to milking. *Milchwissenschaft*. 43. 651-653.
- Hamann, J., Mein, G. A. 1990. Measurement of machine induced changes in the thickness of the bovine teat. *Journal of Dairy Research*. 57. 495-505.
- Hamann, J., Mein, G. A., Wetzel, S. 1993. Teat tissue reactions to milking: Effects of vacuum level. *Journal of Dairy Science*. 76. 1040-1046.
- Hamann, J., Mein, G.A. 1996. Teat thickness changes may provide biological test for effective pulsation. *Journal of Dairy Research*. 63. 309-313.
- Hamoen, A. ed. 2016. Progress of type harmonisation. *WHFF annual report*. (cit. 2016-12-22). Dostupné na:  
<<http://www.whff.info/documentation/documents/progressoftypeharmonisationversionafterBuenosAiresv2.pdf>>
- Hanuš, O., Frelich, J., Kron, V., Říha, J., Pozdíšek, J. 2004. Kontrola tělesné kondice, zdravotního stavu a výživy dojnic a zlepšování jejich reprodukce. ÚZPI. Praha. 72 s.
- Hanuš, O., Manga, I., Vyletelová, M., Genčurová, V., Kopecký, J., Jedelská, R. 2011. Význam sledování minoritních složek mléka pro zdraví zvířat a analytické možnosti jejich monitoringu. *Mlékařské listy*. 127. 14-19.
- Hanuš, O., Stádník, L., Klimešová, M., Tomáška, M., Hasoňová, L., Falta, D., Kučera, J., Kopecký, J., Jedelská, R. 2016a. The Evaluation of Real Time Milk Analyse Result Reliability in the Czech Republic. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*. 64(4). 1155-1166.
- Hanuš, O., Němečková, I., Chramostová, J., Klimešová, M., Roubal, P., Jedelská, R., Kopecký, J., Nejeschlebová, L., Vondrušková, E. 2016b. Chosen methodical view on some possibilities of description of proteolysis development in milk. *Mlékařské listy*. 27(6). 20-25.
- Herenbrink, J. K., Sasáková, M. 2017. Snadná selekce pro zdravé a efektivní stádo chov skotu. *Chov skotu*, 6, 14-15.

- Heringstad, B., Klemetsdal, G., Ruane, J. 2000. Selection for mastitis resistance in dairy cattle: a review with focus on the situation in the Nordic countries. *Livestock Production Science*. 64. 95–106.
- Hluchý, S., Simon, M., Dušínský, R., Horovská, L., Čuboň, J. 1999. Využitie monoklonových protilátok pri vizualizácii morfológických štruktúr v mliečnej žľaze dojníc. Medzinárodná konferencia. Aktuálne problémy riešené v poľnohospodárstve. SPU. Nitra. 116–199.
- Hortet, P., Seegers, H. 1998. Loss in milk yield and related composition changes resulting from clinical mastitis in dairy cows. *Preventive veterinary medicine*. 37(1-4). 1-20.
- Houben, E. H., Dijkhuizen, A. A., Van Arendonk, J. A., Huirne, R. B. 1993. Short-and long-term production losses and repeatability of clinical mastitis in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*. 76(9). 2561-2578.
- Huzzey, J. M., DeVries, T. J., Valois, P., Von Keyserlingk, M. A. G. 2006. Stocking density and feed barrier design affect the feeding and social behavior of dairy cattle. *Journal of Dairy Science*. 89. 126–133.
- Chrystal, M. A., Seykora A. J., Hansen, L. B. 1999. Heritabilities of teat end shape and teat diameter and their relationships with somatic cell score. *Journal of Dairy Science*. 82. 2017–2022.
- Ipema, A. H., Tančin, V., Hogewerf, P. H. 2005. Responses of milk removal characteristics of single quarters on different vacuum levels. ICAR Technical Series. 49-55 s.
- Isaksson, A., Lind, O. 1992. Teat reactions in cows associated with machine milking. *Journal of Veterinary Medicine Series A*. 39. 282-288.
- Jago, J. G., Burke, J. L. Williamson, J. H., 2010. Effect of automatic cluster remover settings on production, udder health, and milking duration. *Journal of dairy science*. 93(6). 2541–49.
- Jamrozik, J., Koeck, A., Miglior, F., Kistemaker, G., Schenkel, F., Kelton, D., Doormaal, B.V. 2013. Genetic and genomic evaluation of mastitis resistance in Canada. *Interbull Bull*. 47. 43–51.
- Jenkins, T. C., McGuire, M. A. 2006. Major advances in nutrition: impact on milk composition. *Journal of Dairy Science*. 89(4). 1302-1310.

- Johansson, B., Redbo, I., Svennersten-Sjaunja, K. 1999. Effect of feeding before, during and after milking on dairy cow behavior and the hormone cortisol. *Animal Science*. 68. 597–604.
- Joiner, M. C., Kogel, A. 2016. Basic Clinical Radiobiology, Fifth Edition. CRC Press. 384 s.
- JPI. 2017. <<https://us.altagenetics.com/dairy-news/introducing-jpi-2017/>>
- Kaskous, S., Bruckmaier, R. M. 2011. Best combination of pre-stimulation and latency period duration before cluster attachment for efficient oxytocin release and milk ejection in cows with low to high udder-filling levels. *Journal of Dairy Research*. 78(1). 97-104.
- Klaas, I. C., Enevoldsen, C., Vaarst, M., Houe, H. 2004. Systematic clinical examinations for identification of latent udder health types in Danish dairy herds. *Journal of Dairy Science*. 87(5). 1217-1228.
- Klein, D., Flock, M., Khol, J. L., Franz, S., Stuger, H. P., Baumgartner, W. 2005. Ultrasonographic measurements of the bovine teat: breed differences and the significance of the measurements for udder health. *Journal of Dairy Research*. 72. 296-302.
- Koeck, A., Miglior, F., Kelton, D. F., Schenkel, F.S. 2012. Short communication: Genetic parameters for mastitis and its predictors in Canadian Holsteins. *Journal of dairy science*. 95. 7363–7366.
- Koeck, A., Loker, S., Miglior, F., Kelton, D. F., Jamrozik, J., Schenkel, F.S. 2014. Genetic relationships of clinical mastitis, cystic ovaries, and lameness with milk yield and somatic cell score in first-lactation Canadian Holsteins. *Journal of Dairy Science*. 97. 5806–5813.
- Kristula, M. A., Dou, Z., Toth, J. D., Smith, B. I., Harvey, N., Sabo, M. 2008. Evaluation of free-stall mattress bedding treatments to reduce mastitis bacterial growth. *Journal of Dairy Science*. 91(5). 1885-1892.
- Kvapilík, J., Růžička, Z., Bucek, P. 2018. Ročenka Chov skotu v České republice - Hlavní výsledky a ukazatele za rok 2017, Českomoravská společnost chovatelů. Praha. 91 s.
- Lacy-Hulbert, S. J., Hillerton, J. E. 1995. Physical characteristics of the bovine teat canal and their influence on susceptibility to streptococcal infection. *Journal of Dairy Research*. 62(3). 395–404.

- Laevens, H., Deluyker, H., Schukken, Y.H., De Meulemeester, L., Vandermeersch, R., De Muelenaere, E., De Kruif, A. 1997. Influence of Parity and Stage of Lactation on the Somatic Cell Count in Bacteriologically Negative Dairy Cows. *Journal of Dairy Science*. 80(12). 3219-3226.
- Larson, B. L., Heary, H. L., Devery, J. E. 1980. Immunoglobulin production and transport by the mammary gland. *Journal of Dairy Science*. 63(4). 665-671.
- Lees, C., Vincent, J.F., Hillerton, J.E. 1991. Poisson's ratio in skin. *Bio-medical materials and engineering*. 1. 19-23.
- Martin, P., Barkema, H. W., Brito, L. F., Narayana, S. G., Miglior, F. 2018. Symposium review: Novel strategies to genetically improve mastitis resistance in dairy cattle. *Journal of dairy science*. 101(3). 2724-2736.
- Mein, G. A., Reid, D. A. 1996. Milking-time tests and guidelines for milking units. National Mastitis Council Meeting (USA).
- Mein, G., Reinemann, D., O'Callaghan, E., Ohnstad, I., Adas, U. 2004. Where the rubber meets the teat and what happens to milking characteristics. IDF sympóziu. *100 years with Liners and Pulsators in machine milking*. Bruges, Belgium. 1–11.
- Miglior, F., Finocchiaro, R., Malchiodi, F., Fleming, A., Brito, L., Baes, C. F., Jamrozik, J., Martin, P., Chesnais, J., Schenkel, F. S. 2016. Enhancing the data pipeline for novel traits in the genomic era: From farms to DHI to evaluation centres. ICAR Technical Series. 21. 23-39.
- Mihina, Š., Tančin, V., Brestenský, V., Brouček, J. 1998. Lesion of teats in different types of milking equipment. *Proceeding of IV International dairy housing conference*. St. Louis. Missouri. 103-109.
- Michel G. 1986. Gesichtspunkte der funktionellen Morphologie der Rinderzitze. *Monatshefte für Veterinärmedizin*. 41. 77-80.
- Mijic, P., Knežević, I., Domačinovič, M., Baban, M., Kralik, D. 2002. Distribution of milk flow in Holstein Freisian and Fleckvieh coes in Croatia. *Archives Animal Breeding*. 45(4). 341-348.

- Monardes, H. G., Cve, R. I., Hayes, J. F. 1990. Correlations between udder conformation traits and somatic cell count in Canadian Holstein cows. *Journal of Dairy Science*. 73(5). 1337-1342.
- Moyes, K. M., Larsen, T., Sørensen, P., Ingvarsten, K. L. 2014. Changes in various metabolic parameters in blood and milk during experimental *Escherichia coli* mastitis for primiparous Holstein dairy cows during early lactation. *Journal of animal science and biotechnology*. 5(1). 47.
- Napper, A. R., Williamson, J. H., 1983. The effect of milking end point on somatic cell count. *Annual report of the Agricultural Research Division*. MAF. New Zealand.
- Naumann, I., Fahr, R. D., Lengerken, Von, G. 1998. The relationship between the somatic cell counts of milk and selected parameters of milk flow curves of cows. *Archiv fur Tierzucht*. 41. 237- 250.
- Naumann, I., Fahr, R. D. 2000. Investigation of milk flow from udder quarters. *Archives Animal Breeding*. 43. 431-440.
- Neijenhuis, F., Barkema, H. W., Hogeveen, H., Noordhuizen, J. P. T. M. 2000. Classification and longitudinal examination of callused teat ends in dairy cows. *Journal of dairy science*. 83(12). 2795–2804. ISSN 0022-0302.
- Neijenhuis, F., Klungel, G. H., Hogeveen, H. 2001a. Recovery of cow teats after milking as determined by ultrasonographic scanning. *Journal of dairy science*. 84. 2599-2606.
- Neijenhuis, F., Barkema, H.W., Hogeveen, H., Noordhuizen, J. P. T. M. 2001b. Relationship between teat-end callosity and occurrence of clinical mastitis. *Journal of dairy science*. 84(12). 2664-2672.
- Neijenhuis, F. 2004. Teat condition in dairy cows. Utrecht University. 202 s. ISBN 90-6464-825-5.
- Němcová, E., Štípková, M., Zavadilová, L., Bouška, J., Vacek, M. 2007. The relationship between somatic cell count, milk production and six linearly scored type traits in Holstein cows. *Czech Journal of Animal Science*. 52(12). 437.
- Norberg, E. 2005. Electrical conductivity of milk as a phenotypic and genetic indicator of bovine mastitis: A review. *Livestock Production Science*. 96. 129–139.

- O'Callaghan, E. J. 1998. Effects of pulsation characteristics on machine yield, milking time and cluster stability. *Irish journal of agricultural and food research*. 37(2). 201–207.
- O'Callaghan, E.J. 2001. Influence of liner design on interactions of the teat and liner. *Irish Journal of Agricultural and Food Research*. 40. 169-176.
- Østerås, O., Rønningen, O., Sandvik, L., Waage, S. 1995. Field studies show associations between pulsator characteristics and udder health. *Journal of dairy research*. 62(1). 1-13.
- Pařilová, M., Jeřková, A., Stádník, L., Štolc, L. 2010. Effect of milking vacuum and overmilking on selected milking characteristics. *Cattle Research*. 52(3). 35-43.
- Pařilová, M., Stádník, L., Jeřková, A., Štolc, L. 2011. Effect of milking vacuum level and overmilking on cow's teat characteristics. *Acta universitatis agriculturae et silviculturae mendelianae brunensis*. 59(5). 193-202.
- Paulrud, C. O., 2005a. Basic concepts of the bovine teat canal. *Veterinary Research Communications*. 29. 215–245. ISSN 0165-7380.
- Paulrud, C. O., Clausen, S., Andersen, P. E., Rasmussen, M. D. 2005b. Infrared thermography and ultrasonography to indirectly monitor the influence of liner type and overmilking on teat tissue recovery. *Acta Veterinaria Scandinavica*, 46(3). 137.
- Petermann, M., Wolter, W., Rittershaus, C., Kloppert, B., Seufert, H., Zschöck, M. 2001. Automatic milking systems: udder health and milk flow profiles. *ICAR Technical Series*. 7. 181-184.
- Pisestyani, H., Lelana, R. A., Septiani, Y. N. 2016. Teat Length and Lactation Period as A Predisposition Factor of Subclinical Mastitis in Dairy Cattle in Bandung, Indonesia. *Journal of Life Sciences*. 10. 1-6.
- Ptak, E., Jagusiak, W., Zarnecki, A., Otwinowska-Mindur, A. 2011. Heritabilities and genetic correlations of lactational and daily somatic cell score with conformation traits in Polish Holstein cattle. *Czech Journal of Animal Science*. 56(5). 205-212.
- Rambabu, K., Makkena, S., Kumar, R.V., Rao, T.S. 2008. Ultrasonography of the udder teat in buffaloes: A comparison of four methods. *Buffalo bulletin*. 87. 269-273.

- Rasby, R. 2002. Ways teat characteristics affect milk management and udder health. *Beef Cattle Production*(cit.2016-10-14).Dostupné na:  
<http://beef.unl.edu/stories/200205070.html>>
- Rasmussen, M. D. 1993. Influence of switch level of automatic cluster removers on milking performance and udder health. *Journal of Dairy Research*. 60(3). 287–97.
- Rasmussen, M. D., Baines, J., Neijenhuis, F., Hillerton, E. 2004. Teat condition and mastitis. IDF sympóziium. *100 years with Liners and Pulsators in machine milking*. Bruges, Belgium. 1–11.
- Rathore, A.K., Sheldrake, R.F. 1977. Teat orifice stretchability associated with teat diameter gradient and milk yield in first lactating cows. *Animal Production*. 24. 215-220.
- Rebcová, K. 2019. Nové selekční indexy pro šlechtění holštýnských dojnic – bakalárska práca. Praha : ČZU. 58 s.
- Rogers, G. W., Spencer, S. B. 1991. Relationships among udder and teat morphology and milking characteristics. *Journal of dairy science*. 74(12). 4189-4194.
- Rupp, R., Boichard, D. 2003. Genetics of resistance to mastitis in dairy cattle. *Veterinary research*. 34. 671–688.
- Samková, E., Pešek, M., Špička, J. 2008. Mastné kyseliny mléčného tuku skotu a faktory ovlivňující jejich zastoupení. Vědecká monografie. Jihočeská univerzita. České Budějovice. 90 s. ISBN: 978807394104-8.
- Sandrucci, A., Tamburini, A., Bava, L., Zucali, M. 2007. Factors affecting milk flow traits in dairy cows: Results of field study. *Journal of dairy science*. 90. 1159-1167.
- SAS Institute Inc. 2011. SAS/STAT® 9.3 User's Guide. Cary, NC: SAS Institute Inc.
- Seegers, H., Fourichon, C., Beaudeau, F. 2003. Production effects related to mastitis and mastitis economics in dairy cattle herds. *Veterinary research*. 34(5). 475-491.
- Sekere, I., Risvanli, A., Yukset, M., Saat, N., Ozmen, O. 2009. Relationship between californian mastitis test score and ultrasonographic teat measurements in dairy cows. *Australian Veterinary Journal*. 87(12). 480-483.



- Seyfried, G. 1992. Die Sonographische Messung Von Zitzenstrukturen und deren Bedeutung für die Eutergesundheit beim Braun-und Fleckvieh: dizertačná práca. Veterinary University Vienna, Wien.
- Seykora, A. J., McDaniel, B. T. 1985. Udder and teat morphology to mastitis resistance. *Journal of dairy science*. 68(8). 2087-2093.
- Seykora, A.J., McDaniel, B.T., 1986. Genetics statistics and relationships of teat and udder traits, somatic cell counts, and milk production. *Journal of Dairy Science*. 69. 2395-2407.
- Schepers, A. J., Lam, T. J. G. M., Schukken, Y. H., Wilmink, J.B.M., Hanekamp, W. J. A. 1997. Estimation of variance components for somatic cell counts to determine thresholds for uninfected quarters. *Journal of Dairy Science*. 80. 1833-1840.
- Schukken, Y. H., Lam, T. J. G. M., Barkema H. W. 1997. Biological basis for selection on udder health traits. *Interbull Bull*. 15. 27–33.
- Schultz, L. H. 1977. Somatic cells in milk-physiological aspects and relationship to amount and composition of milk. *Journal of food protection*. 40(2). 125-131.
- SIH. 2018. url 1 <<http://iserv.plemdat.cz/store/SIHeng.pdf>>
- Singh, R. S., Bansal, B. K., Gupta, D. K. 2014. Udder health in relation to udder and teat morphometry in Holstein Friesian x Sahiwal crossbred dairy cows. *Tropical animal health and production*. 46(1). 93-98.
- Slettbakk, T., Jorstad, A., Farver T. B., Holmes, J. C. 1995. Impact of milking characteristics and morphology of udder and teats on clinical mastitis in first-lactation and 2nd-lactation Norwegian Cattle. *Preventive Veterinary Medicine*. 24. 235–244.
- Sorensen, M. K., Jensen, J., Christensen, L.G. 2000. Udder conformation and mastitis resistance in Danish first-lactation cows: Heritabilities, genetic and environmental correlations. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section A — Animal Science*. 50. 72–82.
- Spencer, S. B., Griel, L. C., Goldberg, J. J. 1996. The use of ultrasonography to measure teat congestion. *Proceedings of National Mastitis Council Meeting*. 35. 172-173.

- Stádník, L., Louda, F., Bezdíček, J., Ježková, A., Rákos, M. 2010. Changes in teat parameters caused by milking and their recovery to their initial size. *Archiv Animal Breeding*. 53(6). 650-662.
- Stádník, L., Louda, F., Bezdíček, J., Rákos, M., Pařilová, M. 2011. Obnova morfologie struku po dojení do původního stavu před dojením. CZU. Praha. 34 s. ISBN 978-80-213-2237-0.
- Steidle, E., Goeft, H., Immler, S., Rosenberger, E., Korndoerfer, R., Duda, J., Troeger, F., Bruckmaier, R., Worstorff, H., Model, I., Harch, M., Deneke, J. 2000. Lactation Consulting with Milk Flow Curves. Bayrische Landesanstalt fuer Tierzucht Grub. 118 s.
- Sterrett, A.E., Wood, C.L., McQuerry, K.J., Bewley, J.M. 2013. Changes in teat-end hyperkeratosis after installation of an individual quarter pulsation milking system. *Journal of dairy science*. 96. 4041-4046.
- Stewart, S., Godden, S., Rapnicki, P., Reid, D., Johnson, A., Eicker, S. 2002, Effects of automatic cluster remover settings on average milking duration, milk flow and milk yield. *Journal of Dairy Sciences*. 85. 808–823.
- Strapák, P., Súkeníková, Z., Antalík, P. 2009. Milkability in holstein cows. *Journal of Central European Agriculture*. 10(3). 207-210.
- Strapák, P., Szencziová, I., Stádník, L. 2015. Využitie ultrasonografie pri hodnotení vnútorných štruktúr vemena a ceckov dojnice. SPU. Nitra. 116 s.
- Sudzinová, J., Tančin, V., Uhrinčat, M., Mihina, S., Kirchnerova, K., Tančinová, D., Kisac, P. 2005. Effect of different detachment criteria on milking performance. *Agriculture*.
- Svensson, C., Nyman, A.K., Waller, K.P., Emanuelson, U. 2006. Effects of housing, management, and health of dairy heifers on first-lactation udder health in southwest Sweden. *Journal of dairy science*. 89(6). 1990-1999.
- Szencziová, I., Strapák, P. 2012. Ultrasonography of the udder and teat in cattle: Perspective measuring technique. *Slovak Journal of Animal Science*. 45. 96-104.
- Szencziová, I., Strapák, P., Stádník, L., Ducháček, J., Beran, J. 2013. Relationship of Udder and Teat Morphology to Milking Characteristics and Udder Health Determined by

- Ultrasonographic Examinations in Dairy Cows. *Annals of Animal Science*. 13(4). 783-795.
- Tančin, V., Bruckmaier, R. M. 2001a. Factors affecting milk ejection and removal during milking and suckling of dairy cows. *Veterinární Medicína*. 46. 108 – 118.
- Tančin, V., Mihina, Š., Tančinová, D. 2001b. Problematika ukončovania dojenia dojníc stále aktuálna. *Slovenský chov*. 8. 18-20.
- Tančin, V., Ipema, B., Hogewerf, P., Mačuhová, J. 2006. Sources of variation in milk flow characteristics at udder and quarter levels. *Journal of Dairy Science*. 89(3). 978-988.
- Tančin, V., Ipema, A. H., Hogewerf, P. 2007a. Interaction of somatic cell count and quarter milk flow patterns. *Journal of dairy science*. 90(5). 2223-2228.
- Tančin, V., Uhrinčať, M., Mačuhová, L., Bruckmaier, R. M. 2007b. Effect of pre-stimulation on milk flow pattern and distribution of milk constituents at a quarter level. *Czech Journal of Animal Science*. 52. 117-121.
- Tančin, V., Tančinová, D. 2008. Strojové dojenie kráv a kvalita mlieka. SCPV. Nitra. 106 s. ISBN 978-80-88872-80-1.
- Tilki, M., Colak, M., Inal, S., Caglayan, T. 2005. Effects of teat shape on milk yield and milking traits in brown swiss cows. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*. 29(2), 275-278.
- Tyler, J. W., Fox, L. K., Parish, S. M., Swain, J., Johnson, D. L., Grasseschi, H. A., Gant, R. 1997. Effect of feed availability on postmilking standing time in dairy cows. *Journal of Dairy Research*. 64. 617–620.
- Vesterinen, H. M., Corfe, I. J., Sinkkonen, V., Iivanainen, A., Jernvall, J., Laakkonen, J. 2015. Teat morphology characterization with 3D imaging. *The Anatomical Record*. 298(7). 1359-1366.
- Viguier, C., Arora, S., Gilmartin, N., Welbeck, K., O’Kennedy, R. 2009. Mastitis detection: current trends and future perspectives. *Trends in biotechnology*. 27(8). 486-493.
- Waage, S., Ødegaard, S.A., Lund, A., Brattgjerd, S., Røthe, T. 2001. Case-control study of risk factors for clinical mastitis in postpartum dairy heifers. *Journal of Dairy Science*. 84. 392-399.

- Watters, R. D., Schuring, N., Erb, H. N., Schukken, Y. H., Galton, D. M. 2012. The effect of premilking udder preparation on Holstein cows milked 3 times daily. *Journal of dairy science*. 95. 1170-1176.
- Watters, M. E. A., Barkema, H. W., Leslie, K. E., von Keyserlingk, M. A. G., DeVries, T. J. 2014. Relationship between postmilking standing duration and risk of intramammary infection in freestall-housed dairy cows milked 3 times per day. *Journal of dairy science*. 97(6). 3456-3471.
- Watters, R. D., Bruckmaier, R. M., Crawford, H. M., Schuring, N., Schukken, Y. H., Galton, D. M. 2015. The effect of manual and mechanical stimulation on oxytocin release and milking characteristics in Holstein cows milked 3 times daily. *Journal of dairy science*. 98(3). 1721-1729.
- Weiss, D., Weinfurter, M., Bruckmaier, R. M. 2004. Teat anatomy and its relationship with quarter and udder milk flow characteristics in dairy cows. *Journal of dairy science*. 87(10). 3280-3289.
- Weiss, D., Bruckmaier, R. M. 2005. Optimization of individual prestimulation in dairy cows. *Journal of dairy science*. 88(1). 137-147.
- Williams, D. M., Mein, G. A., Brown, M. R. 1981. Biological responses of the bovine teat to milking: Information from measurements of milk flow-rate within individual pulsation cycles. *Journal of Dairy Research*. 48. 7–21.
- Zavadilová, L., Štipková, M., Zink V. 2013. Preliminary results from a genetic analysis of clinical mastitis data for Holstein cattle in Czech Republic. *Interbull Bull*. 47. 99–105.
- Zecconi, A., Hamann, J., Bronzo, V., Ruffo, G. 1992. Machine-induced teat tissue reactions and infection risk in a dairy herd free of contagious mastitis pathogens. *Journal of Dairy Research*. 59. 265-271.
- Zwertvaegher, I., Baert, J., Vangeyte, J., Genbrugge, A., Van Weyenberg, S. 2011. Objective measuring technique for teat dimensions of dairy cows. *Biosystems engineering*. 110(2). 206-212.
- Zwertvaegher, I., Van Weyenberg, S., Piepers, S., Baert, J., De Vliegher, S. 2012. Variance components of teat dimensions in dairy cows and associated factors. *Journal of dairy science*. 95(9). 4978-4988.

Zwertvaegher, I., De Vliegheer S., Verbist, B., Van Nuffel, A., Baert, J., Van Weyenberg, S. 2013a. Short communication: Associations between teat dimensions and milking-induced changes in teat dimensions and quarter milk somatic cell counts in dairy cows. *Journal of dairy science*. 96. 1075–1080.

Zwertvaegher, I., De Vliegheer, S., Baert J., Van Weyenberg, S. 2013b. Short communication: Intraoperator repeatability and interoperator reproducibility of devices measuring teat dimensions in dairy cows. *Journal of dairy science*. 96. 366–371.