

DOI 10.7251/VETJSR2101276C

UDK 636.2/.3.082.45

Originalni naučni rad

**ŠTETNI EFEKTI PODLOGE I LEŽIŠTA NA SINHRONIZOVANO VJEŠTAČKO OSJEMENJAVANJE MLIJEČNIH KRAVA U KANTONU SARAJEVO****Benjamin ČENGIĆ<sup>1</sup>, Amel ĆUTUK<sup>1</sup>, Tarik MUTEVELIĆ<sup>1</sup>, Lejla VELIĆ<sup>1</sup>,  
Sabina ŠERIĆ HARAČIĆ<sup>1</sup>, Nejra HADŽIMUSIĆ<sup>1</sup>,  
Amina HRKOVIĆ-POROBIJA<sup>1</sup>, Pamela BEJDIĆ<sup>1</sup>,  
Nedžad HADŽIOMEROVIĆ<sup>1</sup>, Muamer DERVIŠEVIĆ<sup>2</sup>**<sup>1</sup> Univerzitet u Sarajevu, Veterinarski Fakultet, Sarajevo, Bosna i Hercegovina<sup>2</sup> Veterinarska Stanica DI-VET, Ilijaš, Bosna i Hercegovina

\*Korespondentni autor: Benjamin Čengić, benjamin.cengic@vfs.unsa.ba

**Sažetak**

Uzgoj mliječnih goveda predstavlja jednu od najznačajnijih grana stočarske proizvodnje, a koja se već nekoliko decenija suočava sa hroničnim problemom pada reproduktivnih performansi. U 2005. godini broj goveda širom svijeta je iznosio oko 1.370.000.000 grla, dok je u 2015. godini taj broj pao ispod milijarde, a u 2021. godini pokazuje blag oporavak sa 1.000.970 grla. Ovo govori o važnosti primjene različitih reproduktivnih protokola u cilju povećanja brojnosti proizvodnih jedinki. Tip podloge na kojoj životinje borave, kao i samog ležišta, pokazuje bitan uticaj na brojne fiziološke funkcije kao što je uzimanje hrane, preživljavanje, mliječnost, ali i nivo spolnih hormona. Tip podloge i ležišta koji izaziva hronični bol i stres, dovodi do poremećaja fizioloških i reproduktivnih procesa, jer stres ima direktne negativne posljedice na brojne ćelijske funkcije. U istraživanje je bilo uključeno ukupno 66 mliječnih krava, 50 krava holštajn-frizijske pasmine uzgojenih na PD Butmir i 16 simentalke pasmine uzgojenih na privatnoj mini farmi. Na PD Butmir krave su držane na vezu, dok su na mini farmi u slobodnom držanju. Hormonalni protokoli sinhronizacije estrusa i ovulacije su korišteni u mjesecima april, maj i juni 2019. godine. Krave su podvrgavane kroz dva protokola sinhronizacije estrusa i ovulacije Ovsynch i Cosynch72. Na PD Butmir po 25 krava je podvrgnuto Ovsynch i Cosynch72 protokolu, a na mini farmi samo Ovsynch protokolu. Ovsynch protokol na PD Butmir je imao uspješnost koncepcije 12% (n=3), dok je Cosynch72 protokol dao rezultat od 36% (n=9). Na mini farmi Ovsynch je rezultirao koncepcijom od 25% (n=4). Na osnovu naših rezultata protokol Cosynch72, se pokazao kao bolji izbor u rezultatima ostvarene koncepcije kod Holštajn-Frizijske pasmine krava u sistemu držanja na vezu, u odnosu na Ovsynch protokol. Kod simentalke pasmine u slobodnom držanju Ovsynch protokol se pokazao boljim u ostvarivanju koncepcije u odnosu na iste rezultate kod Holštajn-Frizijske pasmine krava. Prema tome potrebno je testirati više različitih protokola sinhronizacije estrusa i ovulacije, kako bi se pronašao najoptimalniji za određenu pasminu, tip držanja i uzgoja.

---

**Ključne riječi:** hormonalni protokol, koncepcija, ležište, mliječna goveda

## UVOD

Goveda su današnjim načinom držanja primarno orijentirana na proizvodnju, što znači da zdravo mliječno grlo, treba da u što kraćem vremenskom roku postigne što bolje reproduktivne performanse i mliječnost. Uzgoj mliječnih goveda predstavlja jednu od najznačajnijih grana stočarske proizvodnje, a koja se već nekoliko decenija suočava sa hroničnim problemom pada reproduktivnih performansi. U 2005. godini broj goveda širom svijeta je iznosio oko 1.370.000.000 grla, dok je u 2015. godini taj broj pao ispod milijarde, a u 2021. godini pokazuje blag oporavak sa 1.000.970 grla. Ovo govori o važnosti primjene adekvatnog menadžmenta u cilju povećanja brojnosti proizvodnih jedinki. U intenzivnom uzgoju krava, pri čemu su muzne krave izložene mnogim nepovoljnim spoljašnjim faktorima (neadekvatna podloga i nedostatak adekvatne prostirke), greškama u ishrani (deficit u energiji, proteinima, vitaminima, mineralima), neadekvatna njega papaka, povećana tjelesna masa životinja uz nedovoljno kretanje, dovode do povećanja rizika za nastanak hromosti (Kos, 2009). U intenzivnom uzgoju visokomliječnih krava 50% do 60% krava ima probleme sa bolestima ekstremiteta i hromost mliječnih goveda je sveprisutan problem širom svijeta, jer pored mastitisa i reproduktivnih poremećaja predstavlja jedan od najčešćih razloga za isključivanje krava iz proizvodnje (Weigle i sar., 2018; Brkić, 2009), a najčešće su pogođeni stražnji ekstremiteti (Blowey, 2005). Manjak komfora tokom hodanja i ležanja predstavlja značajan rizik za pojavu šepavosti (Olechnowicz i Jaskowski, 2011). Intenzivan bol koji se javlja tokom upalnih procesa na ekstremitetima i otežano kretanje životinja koje smanjuje dnevnu konzumaciju hrane, favorizira pojavu cijelog niza zdravstvenih poremećaja, uključujući i pogoršanje reproduktivnih parametara u stadu, koji se znatno sporije normalizuju (Alawneh i sar., 2011; Walker i sar., 2008). Pojava hroničnog bolnog stresa ima negativan uticaj na reproduktivne hormone kroz hipotalamus-hipofizno-ovarijalnu vezu (Vasconelos i sar., 1999) i šepave krave imaju odloženu ovarijalnu cikličnost, (Bicalho i sar., 2007; Garbarino i sar., 2004), kao i smanjen unos hranjivih materija, što pogoduje i nastanku negativnog energetskeg balansa (Garbarino i sar., 2004).

Korekcijom menadžmenta i upotrebom hormonalnih protokola cilj je da se postigne manje od 30% krava u stadu sa više od 120 dana servis perioda (Horan i sar., 2005). Aplikacijom hormona različitim pasminama krava, nisu se uočile znatnije razlike u reagovanju na njih (LeBlanc i sar., 1998), a prednost hormonalnog protokola sinhronizacije estrusa i ovulacije, kao i osjemenjavanja u određeno/fiksno vrijeme je u tome što ne traži detekciju estrusa za osjemenjavanje (Jordan i sar., 2002). U protokolima sinhronizacije estrusa i ovulacije nakon završetka protokola, izaziva se ovulacija kod 94-97% krava (Gumen i sar., 2003), a više istraživanja pokazuju prednost ovog protokola nad osjemenjavanjem u uočenom estrusu sa dobijanjem koncepcije i do 41% (Lima i sar., 2009; Vasconelos i sar., 1999). U sinhronizaciji ovulacije, početak protokola se može aplicirati ciljano ili u nasumičnoj fazi estralnog ciklusa, gdje je cilj da nastane novi folikularni talas i ovulacija dominantnog folikula. Ovulacija se dešava 24-32h nakon

---

poslijednjeg hormonalnog tretmana, a osjemenjavanje se radi 0-32h nakon zadnje hormonalne doze (Jobst i sar., 2000; Pursley i sar., 1998). Ovo se naziva Ovsynch protokol. Postoje različiti protokoli presinhronizacije i sinhronizacije, koji daju i različitu koncepciju, kao i manje ili više embrionalnih uginuća (Pursley i sar., 1998). Pojedini istraživači su su modificiranim hormonalnim protokolima uspjeli dobiti koncepciju od čak 45,5 do 46,6% (Bisinotto i sar., 2010), ali što naravno važi samo za krave koje su bile slobodne od bilo kakvih poremećaja zdravlja. Druga istraživanja pokazuju i da je uspješnost koncepcije 30 dana nakon Ovsynch protokola išla i do 36,6%, ali i to da je radi embrionalnih uginuća, broj gravidnih krava nakon 60 dana bio značajno smanjen, čak i do 19,8% (El-Zorkouny i sar., 2004).

Cilj istraživanja na 66 mliječnih krava (50 Holštajn-Frizijske pasmine uzgojenih na PD Butmir i 16 Simentalske pasmine uzgojenih na privatnoj mini farmi) bio je poboljšanje koncepcije nakon primjene sinhronizacije estrusa i ovulacije, kao i procjena efekata postojeće podloge i ležišta na uspješnost koncepcije.

### MATERIJALI I METODE

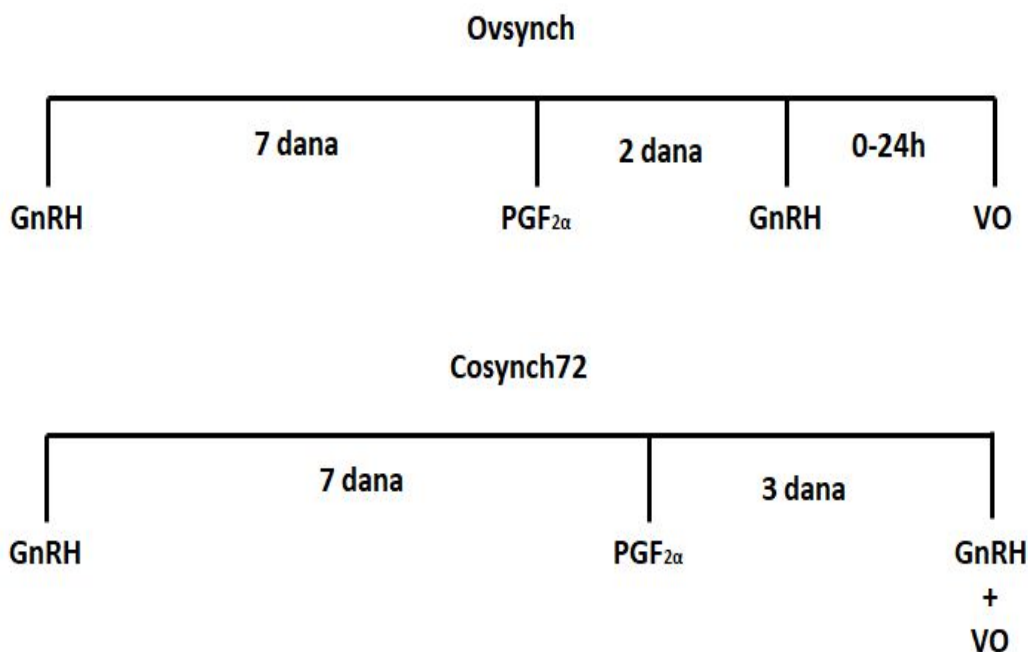
Istraživanje je sprovedeno na 66 muznih grla, holštajn-frizijske i simentalske pasmine, tokom mjeseca aprila, maja i juna 2019. godine. Starosna dob ispitivanih grla bila je između prve i pete laktacije. Krave Holštajn-Frizijske pasmine na PD Butmir (n=50) su držane u štalskom sistemu na kratkome vezu, bez mogućnosti izlaska van betonskog ležišta, sa mogućnošću samo ustajanja i lijeganja, sa prostirkom od sitne piljevine ili slamom i ležišta su bila pretežno suha. Na privatnoj mini farmi, krave simentalske pasmine (n=16) su bile u slobodnom držanju, ali sa relativno ograničenim prostorom za kretanje, na betonskoj podlozi, sa i bez individualnih ležišta i prostirke, a podloga je uglavnom bila izrazito prekrivena fecesom. Muzni prosjek je na PD Butmir iznosio 20 litara, a na mini farmi 22 litra i u oba slučaja, krave su hranjene mono obrokom (silaza, sijeno, pivski trop, proteinski i vitaminsko/mineralni dodatak). Na oba uzgojna objekta vještačko osjemenjavanje (VO) se obavlja od strane nadležne veterinarske službe, nakon uočavanja znakova estrusa od strane uposlenika farme.

Krave su podvrgavane kroz dva protokola sinhronizacije estrusa i ovulacije Ovsynch i Cosynch72 bez prethodnog određivanja statusa na ovarijima. Na Slici 1 i 2 prikazan je slijed aplikacije hormona i vremenski period između njih za različite protokole, kao i vrijeme vještačkog osjemenjavanja. Na PD Butmir je po 25 krava podvrgnuto Ovsynch protokolu i Cosynch72 protokolu, dok je na mini farmi 16 krava podvrgnuto samo Ovsynch protokolu. Vještačko osjemenjavanje je rađeno od strane nadležne veterinarske službe, a kod krava koje su prolazile Ovsynch protokol, ono je obavljano 8-16 sati nakon posljednje hormonalne aplikacije. Kod krava koje su bile podvrgnute Cosynch72 protokolu, vještačko osjemenjavanje je vršeno odmah nakon posljednje aplikacije

---

hormona. Dijagnostika gravidnosti je postavljena u periodu 40-50 dana poslije vještačkog osjemenjavanja, pomoću ultrasonografije.

Svi podaci o ispitivanim životinjama, a koji su procijenjeni kao dijagnostički relevantni korišteni su iz veterinarsko-tehnološke dokumentacije farme ili pregledom na licu mjesta.



**Slika 1 i 2** Ovsynch i Cosynch72 protokol sinhronizacije estrusa i ovulacije

Ishodišna varijabla bila je proporcija ostvarenih graviditeta (broj životinja sa potvrđenim graviditetom 40-50 dana nakon VO u odnosu na ukupan broj životinja), post stratificirana prema korištenim protokolima sinhronizacije estrusa i ovulacije (Ovsynch i Cosynch72) te pasmini, odnosno tipu uzgoja (ležište i podloga) (PD Butmir – Holštajn frizijska goveda i mini farma – Simentalska goveda). Prije upoređivanja eventualnih razlika procenta koncepcije između definiranih grupa potvrđena je ujednačenost prisustva pridruženih karakteristika u grupama (prosjek laktacije, kondicija, mlječnost, opće zdravstveno stanje).

## REZULTATI

Prikaz načina držanja (ležišta i podloge) na farmama uključenim u istraživanje dat je na Slici 3 i 4. Na oba uzgojna objekta uočen je veliki broj krava sa blažim do težim patološkim promjenama na lokomotornom sistemu (Slika 4, 5 i 6). Promjene su se kretale

od blažih oteknuća zglobova, zatim interdigitalnog dermatitisa i ulceracija pa sve do formiranja manjih i većih deformiteta zglobova. Sve krave u istraživanju su imale određene patološke promjene na ekstremitetima, a najčešća lokacija patoloških promjena je bila na stražnjim ekstremitetima i to u 70% (n=46) slučajeva, a najčešće su bili zahvaćeni tarzalni i metatarzalni zglobovi, kao i sam papak (Slika 5 i 6). Preostalih 30% patoloških promjena na prednjim ekstremitetima najčešće je zahvatalo karpalni zglob i prisustvo preraslih papaka (Slika 4). Kad je u pitanju broj zahvaćenih ekstremiteta u 55% (n=36) slučajeva bio je zahvaćen samo jedan ekstremitet, a u 45% (n=30) dva ekstremiteta.



**Slika 3** Prikaz objekta gdje životinje slobodno borave na betonskoj podlozi, bez jasno naznačenog ležišta i prostirke.



**Slika 4** Objekat gdje se životinje drže na vezu i na betonskoj podlozi sa prostirkom od piljevine. Uočljiv deformisan i prerasao papak na prednjem ekstremitetu.



**Slika 5 i 6** Deformitet tarzalnih i metatarzalnih zglobova, kao i samog papka u objektu gdje se životinje drže na vezu, kao i na betonskoj podlozi i slamnatoj prostirci.

Uspješnost hormonalnih protokola za sinhronizaciju estrusa i ovulacije je prikazan u Tabeli 1.

**Tabela 1** Prikaz uspješnosti koncepcije prema uzgojnom objektu, korištenom protokolu i pasmini krava.

Uzgojni objekat	Pasmina krava	Korišteni hormonalni protokol	Uspješnost koncepcije
PD Butmir	holštajn-frizijaska (HF)	Ovsynch (n=25)	12% (n=3)
		Cosynch72 (n=25)	36% (n=9)
Mini farma	simentalska (SM)	Ovsynch (n=16)	25% (n=4)



## DISKUSIJA

Na slabije reproduktivne performanse značajno utiče šepavost, kao hronično, bolno i stresno stanje (Walker i sar., 2008), što je vjerovatno jedan od vodećih razloga zbog čega detekcija estrusa i koncepcija na oba uzgojna objekta nije na zadovoljavajućem nivou. Krave koje trpe hroničan bolni stres i vremenom razvijaju manje ili više izraženu šepavost se manje kreću i stoje, što za posljedicu ima produžen period ležanja i smanjenje šanse za ispoljavanje estralnog ponašanja. Izrazita prisutnost patoloških promjena na ekstremitetima u objektima gdje se sprovodilo istraživanje za posljedicu ima nezadovoljavajuću detekciju estrusa, manji broj osjemenjavanja po kravi i slabije rezultate koncepcije, što je i bio razlog primjene dva protokola sinhronizacije estrusa i ovulacije u našem istraživanju.

Velika prisutnost različitih patoloških promjena na ekstremitetima je vjerovatno rezultat sistema držanja goveda na vezu, zatim tipom podloge po kojoj se kreću i leže, te efikasnosti rutinskih metoda obrade papaka, kao i terapije oboljelih zglobova. Šepavost Holštajn-Frizijskih krava, povećava rizik odlaganja ovarijalne cikličnosti (Garbarino i sar., 2004), što je vjerovatno imalo uticaja na slabiju detekciju estrusa i koncepciju. Kod svih krava korištenih u istraživanju bio je u manjoj ili većoj mjeri prisutan procenat šepavosti. Manjak komfora tokom hodanja i ležanja, kao i bol koji se javlja tokom upalnih procesa na ekstremitetima i otežano kretanje, smanjuje dnevnu konzumaciju hrane, što favorizira pojavu cijelog niza zdravstvenih poremećaja, uključujući i pogoršanje reproduktivnih parametara u stadu (Olechnowicz i Jaskowski, 2011; Alawneh i sar., 2011; Walker i sar., 2008). Ovo je bilo vidljivo kroz loše rezultate Ovsynch protokola na kravama Holštajn-Frizijske pasmine, ali i nezadovoljavajuće rezultate kod Simentalskih krava.

Šepavost je postala jedan od tri najčešća razloga izlučenja iz uzgoja i ekonomskih gubitaka u mliječnoj industriji (Walker i sar., 2008), radi čega je postala najreprezentativniji indikator brige o dobrobiti životinja u mliječnoj industriji. Prema navodima istraživača (Weigele i sar., 2018; Brkić, 2009) u intenzivnom uzgoju visokomliječnih krava 50% do 60% krava ima hronične probleme sa bolestima ekstremiteta i hromost, a najčešće su pogođeni stražnji ekstremiteti (Blowey, 2005), što se pokazalo i u našem slučaju.

Upotreba oba hormonalna protokola dovela je do veće detekcije estrusa, ali su se zato rezultati koncepcije dosta razlikovali, kako između protokola, tako i između pasmina krava. Uspješnost Ovsynch protokola pokazuje ovisnost i od faze spolnog ciklusa u kojem se on započinje, jer primijenjen 5. do 12. dana spolnog ciklusa, moguće je dobiti koncepciju od 40 do 41% (Vasconelos i sar., 1999), dok su u našem istraživanju oba hormonalna protokola započeta bez prethodnog ustanovljavanja faze spolnog ciklusa. Ovo bi mogao biti jedan od razloga slabije uspješnosti standardnog Ovsynch protokola. Štetni efekti tvrde podloge su mogli da se primjete kroz niske rezultate uspješnosti Ovsynch protokola kod obje pasmine krava, ali kod Holštajn-Frizijske pasmine su rezultati bili dvostruko lošiji u poređenju sa Simentalskom (12:25%).

Rezultati koncepcije dobijeni kod Holštajn-Frizijske pasmine su postali primjetno bolji upotrebom Cosynch72 protokola, koji je uspio da prevaziđe značajno lošije rezultate

---

primjenom Ovsynch protokola. Upotreba ovog protokola pokazala je prednost nad standardnim Ovsynch protokolom, koji kod obje pasmine krava nije proizveo željeni rezultat i čini se da bi mogao da postigne poželjne rezultate koncepcije, koje su imali drugi istraživači (Bisinotto i sar., 2010; Lima i sar., 2009; Vasconelos i sar., 1999). Dobroj efikasnosti Cosynch72 protokola ide u prilog i to da je primjenjivan bez prethodnog ustanovljavanja faze spolnog ciklusa, te je moguće da primjenom 5.-12. dana spolnog ciklusa ta efikasnost može još da poraste. Niska uspješnost Ovsynch protokola kod Holštajn-Frizijske i Simentalske pasmine ide u prilog istraživanjima, koja navode više embrionalnih uginuća primjenom tog hormonalnog tretmana (El-Zorkouny i sar., 2004). Nasuprot Ovsynch protokolu, koji bi vjerovatno imao bolje rezultate, kada bi se eliminisali štetni efekti tvrde podloge i vlage, Cosynch72 protokol pokazuje potencijal da bude bolji izbor hormonalnog tretmana, naročito kada su uvjeti smještaja daleko od optimalnog i kada je nepoznata faza spolnog ciklusa.

### **ZAKLJUČAK**

Za uspješan uzgoj mliječnih krava sa poželjnim reproduktivnim performansama i proizvodnjom mlijeka potrebno je eliminisati štetne efekte koje izaziva tvrda podloga, vlaga, neadekvatna količina prostirke ili njeno odsustvo. Propusti menadžmenta u rješavanju ovih faktora, koji kod životinja u uzgoju izazivaju hroničan bol, dovodi do pojave cijelog niza zdravstvenih poremećaja, uključujući i pogoršanje reproduktivnih parametara u stadu, koje se znatno sporije normalizuje. Primjena različitih hormonalnih protokola pokazuje jasnu razliku u uspješnosti kod različitih pasmina krava. Upotreba Cosynch72 protokola, pokazuje znatno bolji izbor kod Holštajn-Frizijske pasmine krava u odnosu na standardni Ovsynch protokol, koji opet kod krava Simentalske pasmine ima veću učinkovitost. Preuvjeti za uspješan program vještačkih osjemenjavanja su dobar menadžment i odabir prikladnog hormonalnog protokola. Prema tome, potrebno je testirati više različitih protokola sinhronizacije estrusa i ovulacije, kako bi se pronašao najoptimalniji za određenu pasminu, tip držanja i uzgoja.

### **Zahvalnica**

Istraživanje je sprovedeno uz finansijsku potporu Ministarstva za nauku, visoko obrazovanje i mlade Kantona Sarajevo.

Izjava o sukobu interesa: Autori izjavljuju da ne postoji sukob interesa.

---



### LITERATURA

- Alawneh J. I., Laven R. A., Stevenson M. A. (2011): The effect of lameness on the fertility of dairy cattle in a seasonally breeding pasture-based system. *J. Dairy Sci.*, 94:5487-5493.
- Bicalho R. C., Vokey Ф., Erb H. N., Guard C. L. (2007): Visual locomotion scoring in the first seventy days in milk: Impact on pregnancy and survival. *J. Dairy Sci.*, 90:4586-4591.
- Bisinotto R. S., Ribeiro R. S., Martins L. T., Marsola R. S., Greco L. F., Favoreto M. G., Risco C. A., Thatcher W. W., Santos J. E. P. (2010): Effect of interval between induction of ovulation and artificial insemination (AI) and supplemental progesterone for resynchronisation of fertility in dairy cows subjected to a 5-d timed AI program. *J. Dairy Sci.*, 93:5798-5808.
- Blowey R. (2005): Factors associated with lameness in dairy cattle. *In Practice*, 27(3):154-162.
- Brkić A. (2009): Bolesti i traume zglobova u velikih životinja. Veterinarski fakultet u Zagrebu. Zagreb.
- El-Zarkouny S. Z., Cartmill J. A., Hensley B. A., Stevenson J. S. (2004): Pregnancy in dairy cows after synchronised ovulation regimens with or without presynchronisation and progesterone. *J. Dairy Sci.*, 87:1024-1037.
- Garbarino E. J., Hernandez J. A., Shearer J. K., Risco C. A., Thatcher W. W. (2004): Effect of lameness on ovarian activity in postpartum dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 87:4123-4131.
- Gumen A., Guenther J. N., Wiltbank M. C. (2003): Follicular size and response to ovsynch versus detection of estrus in anovular and ovular lactating cows. *J. Dairy Sci.*, 86:3184-3194.
- Horan B., Mee J. F., O'Connor P., Rath M., Dillon P. (2005): The effect of strain of Holstein-Friesian cow and feeding system on postpartum ovarian function, animal production and conception rate to first service. *Theriogenology*, 63:950-971.
- Jobst S. M., Nebel R. L., McGilliard M. L., Pelcer K. D. (2000): Evaluation of reproductive performance in lactating dairy cows with prostaglandin F<sub>2α</sub>, Gonadotropin-releasing hormone and timed artificial insemination. *Journal of Dairy Science*, 83(10).
- Jordan E. R., Schouten M. J., Quast J. W., Belschner A. P., Tomaszewski M. A. (2002): Comparison of Two Timed Artificial Insemination (TAI) Protocols for Management of First Insemination Postpartum. *J. Dairy Sci.*, 85:1002-1008.
-

- Kos J. (2009): Bolesti lokomotornog sustava preživača. Veterinarski fakultet u Zagrebu.
- LeBlanc S. J., Leslie K. E., Ceelen H. J., Kelton D. F., Keefe G. P. (1998): Measures of estrus detection and pregnancy in dairy cows after administration of gonadotropin-releasing hormone within an estrus synchronisation program based on prostaglandin F2 $\alpha$ . *Journal of Dairy Science*, 81(2):2366-2372.
- Lima F. S., Risco C. A., Thatcher M. J., Benzaquen M. E., Archbald L. F., Santos J. E. P. (2009): Comparison of reproductive performance in lactating dairy cows bred by natural service or timed artificial insemination. *J. Dairy Sci.*, 92:5456-5466.
- Olechnowicz J., Jaskowski J.M. (2011): Behaviour of lame cows: a review. *Veterinarni Medicina*, 56(12):581-588.
- Pursley J. R., Silcox R. W., Wiltbank M. C. (1998): Effect of time of artificial insemination on pregnancy rates, calving rates, pregnancy loss and gender ratio after synchronization in lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 81(8):2139-44.
- Vasconcelos J. L. M., Silcox R.W., Rosa G. J. M., Pursley J. R. Wiltbanks M. C. (1999): Synchronization rate, size of the ovulatory follicle and pregnancy rate after synchronization of ovulation beginning on different days of the estrous cycle in lactating dairy cows. *Theriogenology*, 52:1067-1078.
- Walker S. L., Smith R. F., Routly J. E., Jones D. N., Morris M. J., Dobson H. (2008): Lameness, activity time-budgets and estrus expression in dairy cattle. *J. Dairy Sci.*, 91:4552-4559.
- Weigle H. C., Gyax L., Steiner A., Wechsler B., Burla J.B. (2018): Moderate lameness leads to marked behavioral changes in dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 101:2370-2382.

Rad primljen: 05.06.2021.

Rad prihvaćen: 15.11.2021.

---