



KLJUČNI INDIKATORI PERFORMANSI (KPIS) U REPRODUKTIVNOM MENADŽMENTU VISOKO MLEČNIH STADA: UVID U REZULTATE SA MAĐARSKIH FARMI HOLŠTAJN FRIZIJSKIH KRAVA

KEY PERFORMANCE INDICATORS (KPIS) IN REPRODUCTIVE MANAGEMENT OF HIGH-YIELDING DAIRY HERDS: INSIGHTS FROM HUNGARIAN LARGE-SCALE HOLSTEIN-FRIESIAN FARMS

Zoltán Szelényi

Univerzitet veterinarske medicine, Budimpešta, Mađarska

Kratak sadržaj

Profitabilnost i održivost modernih mlečnih farmi su ključno zavisni ne samo od visokog prinosa mleka, nego i od optimalne reproduktivne sposobnosti. Tokom poslednjih decenija, značajni genetički napredak je drastično povećao prinos mleka kod holštajn-frizijske populacije goveda širom sveta. Međutim, ovaj napredak je često praćen smanjenjem plodnosti, koja se odražava smanjenjem procenta koncepcije, produženim intervalom teljenja i povećanom stopom prinudnog klanja. Kako bi se rešili ovi izazovi, strategije preciznog reproduktivnog menadžmenta, uključujući protokole sinhronizacije i veštačku oplodnju u fiksnom vremenu (FTAI), postale su centralni elementi upravljanja stadom. Ključni indikatori performansi (KPIs) služe kao esencijalni alati za praćenje reproduktivne efikasnosti, upoređivanje sa međunarodnim standardima i usmeravanje intervencija na nivou farme. Među najvažnijim KPIs su stopa koncepcije pri prvom servisu (FSCR), ukupna stopa začeća (TCR), pobačaji (PL), servis period (DO), interval između teljenja (CI) i broj V.O. po graviditetu (S/P). Dodatni pokazatelji, kao što su prinos mleka pri oplodnji, postojanost laktacije i dužina prethodnog perioda zasušenja (DPL), takođe pružaju vredne uvide u složen odnos između proizvodnje i reprodukcije.

Ključne reči: sinhronizacija, mlečne krave, osemenjavanje, laktacija

Summary

The profitability and sustainability of modern dairy farming are critically dependent not only on high milk yield but also on optimal reproductive performance. Over recent decades, substantial genetic progress has dramatically increased milk yield in Holstein-Friesian populations worldwide. However, this improvement

has frequently been accompanied by a decline in fertility, reflected in lower conception rates, extended calving intervals, and increased involuntary culling. To address these challenges, precision reproductive management strategies, including synchronization protocols and fixed-time artificial insemination (FTAI), have become central components of herd management. Key performance indicators (KPIs) serve as essential tools for monitoring reproductive efficiency, benchmarking against international standards, and guiding farm-level interventions. Among the most important KPIs are first service conception rate (FSCR), total conception rate (TCR), pregnancy loss (PL), days open (DO), calving interval (CI), and services per pregnancy (S/P). Additional indicators, such as milk yield at insemination, persistency of lactation, and the length of the previous dry period (DPL), also provide valuable insights into the intricate relationship between production and reproduction.

Key words: *synchronization, dairy cows, insemination, lactation*

MATERIJALI I METODE

Istraživanje je ocenilo reproduktivne KPIs u dva velika mađarska holštajn-frizijska stada (n=2542 krave) koja su rukovođena prema double-ovsynch (DOS) protokolu sinhronizacije pre prvog osemenjavanja. Ciljevi istraživanja su bili dvostruki: prvo, opisivanje reproduktivnih rezultata u visoko produktivnim stadima pod mađarskim uslovima rukovođenja; i drugo, da se ovi rezultati postave u međunarodni kontekst upoređivanjem sa vrednostima navedenim u naučnoj literaturi.

Sve krave su bile u štalama slobodnog tipa smeštaja i hranjene potpunim mešanim obrokom (TMR), prilagođenim fazi proizvodnje. Jedno stado je bilo rukovođeno sa konvencionalnim muzilištima 2 × 18, dok je drugo koristilo 16 robotizovanih muzilica, pružajući mogućnost procene reproduktivnih rezultata u različitim sistemima muže. Krave su bile uključene u sinhronizaciju 30 do 35 dana *post partum*, pod uslovom da je završena involucija materice i da su oslobodjene infekcija. Dupli ovsynch (DOS) protokol se sastojao iz predsinhronizacione sekvence putem GnRH, PGF2 α , i GnRH, praćenim punim Ovsynch ciklusom (GnRH, dupli PGF2 α , i GnRH) pred planirano v.o. Dijagnoza graviditeta je vršena 28–41 dan posle osemenjavanja transrektalno, ultrazvučnom sondom, pa naknadno potvrđena 57–70 dana palpacijom. Podaci o reprodukciji, laktaciji i karakteristikama laktacije su skupljani softverom za upravljanje stadom i statistički analizirani pomoću GLM procedura, chi-square testom i modelima logističke regresije.

REZULTATI

Ukupna stopa koncepcije tokom prvog servis perioda (FSCR) širom stada je bila 46.2%, što spada u viši raspon vrednosti prijavljenih na međunarodnom nivou za visoko proizvodna holštajn stada (30–50%). Još važnije, korišćenje seksiranog smena, doprinelo je приметно višem FSCR-u od 69%, u poređenju sa 42% kod konvencionalnog semena. Ovaj rezultat je poprilično bitan, jer su mnoga međunarodna istraživanja zabeležila nižu stopu uspešnog osemenjavanja seksira-

nim semenom u odnosu na konvencionalno. Naši rezultati su pokazali da pod dobro vođenim uslovima i uz pravilnu selekciju kandidata među životinjama, seksirano seme može jako dobro funkcionisati i značajno doprineti genetičkom napretku. Ukupna stopa koncepcije (TCR), uključujući sva osemenjavanja, bila je 87.1%, što pokazuje da većina krava vremenom ostaje steona nakon ponovljenih veštačkih osemenjavanja. V.O po graviditetu (S/P) su u proseku bile 2.19, što je vrednost koja se dobro upoređuje sa međunarodnim statistikama od 2.2-2.5, pokazujući efikasan reproduktivni menadžment na nivou stada. Odnos gubitaka u graviditetu (PL) između inicijalne dijagnoze i potvrde je bio 8.7%, što je značajno niže od 12-15% tipično prijavljenih u međunarodnim meta-analizama visoko proizvodnih mlečnih krava (Albaaj et al., 2023; Abdalla et al., 2024). Ovaj niži odnos gubitaka može biti pripisan strogim zdravstvenim programima na nivou stada, čestim veterinarskim pregledima, ranoj detekciji i lečenju post-porođajnih poremećaja primenjenih u ispitivanim stadima. Smanjen broj pobačaja je od posebnog ekonomskog značaja, pošto su u embrionalnoj ili ranoj fetalnoj fazi skupi ne samo u smislu veterinarskih troškova nego i usled dužeg servis perioda i smanjene doživotne produktivnosti.

Poštujući mere intervala, servis periodi (DO) su u proseku bili 103, uklapajući se u međunarodno preporučen raspon od 100-120 dana. Interval teljenja (CI) je u proseku bio 379 dana, što se slaže sa optimalnim vrednostima navedenim u literaturi (375–385 days). Ovi nalazi potvrđuju da je reprodukcija efektivno sinhronizovana sa ciklusima laktacije, omogućavajući stabilnu produktivnost na nivou stada. Faktori koji utiču na proizvodni KPI su takodje ispitivani. Paritet je pokazao jasan efekat: primiparne krave su dostigle FSCR od 48.2%, u poređenju sa 44,5% kod multiparnih krava. Opadanje je najviše naglašeno kod krava posle treće laktacije, gde je FSCR pao na 37.5%, a pobačaji se gotovo duplirali u odnosu na mlađe krave. Dobijeni rezultati idu u korist dugo stojećim međunarodnim dokazima da rastući paritet smanjuje plodnost usled kumulativnih metaboličkih, endokrinih i uterinih poteškoća (Walsh et al., 2011).

Prinos mleka pri osemenjavanju je bila još jedna ključna determinanta. Krave koje su proizvodile više od 55 litara dnevno, prilikom veštačkog osemenjavanja, imale su 17% nižu šansu koncepcije i skoro duplo veći rizik od pobačaja u odnosu na one čiji je prinos bio ispod 35 litara dnevno. Ova saznanja naglašavaju dobro dokumentovanu negativnu razmeru između prinosa mleka i plodnosti, što se slaže sa međunarodnim izveštajima (Giordano et al., 2013; Kim et al., 2022). Zanimljiv je i podatak da iako visoko proizvodne krave dostižu superiorne ukupne laktacije (preko 13,500 litara za 305 dana), takođe su pokazale smanjenu dužinu trajanja i manju perzistenciju laktacije, pokazujući strmiju laktacionu krivu. Dužina prethodnog perioda zasušenja (DPL) značajno utiče na reproduktivni ishod. Optimalna plodnost je primećena uz DPL ≤50 dana, dok je produženi period zasušenja (>90 dana) povezan sa приметно smanjenom stopom koncepcije, povećanim brojem pobačaja i nižim prinosom mleka u narednoj laktaciji. Ovi rezultati su saglasni sa međunarodnim dokazima, navodeći da preterano dugi periodi zasušenja utiču kako na reprodukciju, tako i na proizvodne performanse (Carvalho et al.,

2014). Sa praktične tačke gledišta, period zasušenja u rasponu od 40 do 60 dana je jako preporučljiv.

Tajming inicijacije sinhronizacije (mereno u danima u laktaciji, DIM) takođe utiče na reproduktivnu efikasnost. Početak sinhronizacije sa 35-45 DIM je doneo najbolji balans, sa višim FSCR i kraćim DO u poređenju sa kasnijom inicijacijom (>55 DIM). Rana inicijacija (<35 DIM) je kompromitovala oporavak materice i povećala rizike od reproduktivnih poremećaja, dok je odložena inicijacija bespotrebno produžila interval između teljenja i prve V.O. Dakle, raspon od 35-45 DIM predstavlja optimalan tajming za inicijaciju DOS protokola u visoko-mlečnim stadima.

DISKUSIJA

Kada uporedimo mađarske rezultate sa međunarodnim referentnim tačkama, dolazimo do par zaključaka. Prvo, sveukupne reproduktivne performanse pod DOS protokolom u velikim mađarskim holštajn štalama je potpuno uporediv sa vodećim globalnim stadima, sa DO i CI u precizno optimalnim rasponima. Drugo, relativno niska stopa gubitaka graviditeta pokazuje da striktno nadgledanje veterinara i KPIs – baziran monitoring mogu da smanje reproduktivne neefikasnosti čak i kod visoko proizvodnih krava. Treće, izvanredan FSCR postignut seksiranjem semena pokazuje da ova tehnologija, primenjena strateški, ne mora praviti kompromis sa plodnošću i nasuprot može biti upotrebljena za ubrzavanje genetičkog napretka.

Konačno, negativna povezanost između visoke mlečnosti, naprednog pariteta, produženog perioda zasušenja i plodnosti potvrđuje biološka ograničenja opisana u međunarodnoj literaturi, podvlačeći važnost preciznog upravljanja radi balansa proizvodnje i reprodukcije.

Zaključak je da ovo istraživanje pruža jake dokaze da velike mađarske farme mleka, ukoliko primenjuju napredne reproduktivne protkole i menadžment po KPIs sistemu, mogu postići reproduktivne performanse koje nisu samo kompetitivne na međunarodnom nivou, već u nekim slučajevima i superiorne. Integracija KPIs monitoringa u rutinu upravljanja stada pruža moćni alat u donošenju odluka za veterinara i onog ko rukovodi farmom. Prepoznavanjem kritičnih tačaka kao naprimera FSCR ispod 40%, DO preko 120 dana, ili PL preko 12%, rukovodioci mogu na vreme da reaguju i prilagode strategije sinhronizacije, politiku korišćenja semena ili nutritivnu podršku. Konačno, postizanje izvrsnosti u reproduktivnom KPIs omogućava krdu optimizaciju između proizvodnje mleka i plodnosti, osiguravajući dugoročnu isplativost i održivost.

LITERATURA

1. Albaaj, A., et al. (2023). Pregnancy loss in dairy cattle: A systematic review and meta-analysis. *Animal Reproduction Science*, 253, 107131.
2. Abdalla, H., et al. (2024). Risk factors for early embryonic loss in high-producing dairy cows. *Theriogenology*, 204, 1–9.
3. Carvalho, P.D., et al. (2014). Presynchronization strategies and reproductive performance in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 97(9), 5526–5538.
4. Carvalho, P.D., et al. (2018). Improving fertility in high-producing dairy cows: Synchronization protocols and management strategies. *Journal of Dairy Science*, 101(9), 8621–8641.
5. Fricke, P.M., & Wiltbank, M.C. (2022). Fertility programs in dairy herds: Evolution of timed AI and reproductive management. *Theriogenology*, 188, 39–49.
6. Giordano, J.O., et al. (2013). Milk production, reproductive performance, and economic outcomes of dairy herds managed for different voluntary waiting periods. *Journal of Dairy Science*, 96(1), 150–165.
7. Kim, I.H., et al. (2022). Association of milk yield and reproductive performance in Holstein cows. *Animals*, 12(11), 1432.
8. Souza, A.H., et al. (2008). Double-Ovsynch: A novel presynchronization strategy for dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 91(10), 3865–3878.
9. Walsh, S.W., Williams, E.J., & Evans, A.C.O. (2011). A review of the causes of poor fertility in high milk producing dairy cows. *Animal Reproduction Science*, 123(3–4), 127–138.