

UNIVERZITET U BEOGRADU

FAKULTET VETERINARSKJE MEDICINE

**ZBORNİK PREDAVANJA XLI SEMINARA
ZA INOVACIJE ZNANJA VETERINARA**

Beograd, 2020

Organizator:
Fakultet veterinarske medicine
Univerzitet u Beogradu

Počasni predsednik Organizacionog odbora:

Prof. dr Teodorović Vlado,
dekan Fakulteta veterinarske medicine

Organizacioni odbor:

predsednik: prof. dr Kirovski Danijela

članovi: prof. dr Krstić Vanja, prof. dr Mirilović Milorad, prof. dr Jovanović B. Ivan,
prof. dr Milanović Svetlana, prof. dr Petrujkić Branko, Gabrić Maja

Programski odbor:

predsednik: prof. dr Lazarević Miodrag

članovi: prof. dr Resanović Radmila, prof. dr Karabasil Nedeljko, prof. dr Šefer Dragan,
prof. dr Radojičić Sonja, prof. dr Vujanac Ivan, prof. dr Kukulj Vladimir



Izdavač:
Fakultet veterinarske medicine, Beograd
Centar za izdavačku delatnost i promet učila



Za izdavača:
Prof. dr Teodorović Vlado, dekan FVM

Urednik:
Prof. dr Lazarević Miodrag

Lektura i korektura:
Prof. dr Jovanović B. Ivan
Prof. dr Lazarević Miodrag

Dizajn korica:
Prof. dr Jovanović B. Ivan

Tehnički urednik:
Lazarević Gordana

Štampa:
Naučna KMD, Beograd, 2020

Tiraž: 450 primeraka

ISBN 978-86-80446-35-6

SADRŽAJ

PLENARNA PREDAVANJA

- ◆ **Đorđević Milena, Nešić Ivana, Blagojević Miloš:**
Anatomske specifičnosti digestivnog trakta
konja kao mogući uzrok nastanka kolika 3
- ◆ **Radojičić Sonja, Valčić Miroslav, Stević Nataša:**
Naročito opasne zarazne bolesti životinja
od značaja za Srbiju i region 11
- ◆ **Nedeljković Trailović Jelena, Petrujkić Branko:**
Savremeni koncept borbe sa mikotoksikozama životinja 23
- ◆ **Giger Urs:**
Praktične metode za dijagnozu i praćenje anemija 39
- ◆ **Ilić Vojislav:**
Marketing u veterinarskoj medicini 45
- ◆ **Milovanović Mirjana, Andrić Nenad:**
Terapija i kontrola bola kod domaćih životinja 51
- ◆ **Fratric Natalija, Stojić Milica, Gvozdić Dragan:**
Primena digitalne tehnologije na farmama mlečnih krava 63

RADIONICE

- ◆ **Dimitrijević Mirjana, Bošković Tamara,
Vasilev Dragan, Karabasil Neđeljko:**
Ocena parametara kvaliteta jaja i proizvoda
ribarstva na osnovu novih Pravilnika 75
- ◆ **Vučičević Ivana, Marinković Darko, Kukulj Vladimir,
Nešić Slađan, Aničić Milan, Aleksić-Kovačević Sanja:**
Uzorkovanje tkiva za dijagnostiku TSE u zemlji sa statusom
zanemarljivog rizika 77

◆ Radulović Stamen, Šefer Dragan, Marković Radmila, Perić Dejan, Jovanović Dragoljub: Puferski kapacitet hrane u službi optimalnih rezultata u intenzivnoj stočarskoj proizvodnji	87
◆ Pavlović Miloš, Stanišić Ljubomir, Nestorović Ivan: Kolor Doppler i B-mod ultrasonografija u dijagnostici patoloških stanja pasa	101
◆ Vakanjac Slobodanka, Magaš Vladimir, Milan Maletić, Nedić Svetlana: Analiza parametara duboko zamrznutog semena bika i ejakulata pasa CASA metodom	113
◆ Aleksić Nevenka, Stanimirović Zoran, Stevanović Jevrosima, Jovanović Nemanja, Kulišić Zoran: Rezistencija parazita na antihelmintike – sadašnja saznanja i perspektive: šta možemo učiniti da se stanje popravi?	121
◆ Vujanac Ivan, Prodanović Radiša, Nedić Sreten, Arsić Sveta, Jovanović Ljubomir, Kirovski Danijela: Upotreba metaboličkog profila u kontroli zdravlja i proizvodnih sposobnosti visokomlečnih krava	133
◆ Giger Urs, Francuski Jelena, Stojić Milica: Klinička hematologija	143
INDEKS AUTORA	145
SPONZORI	147

PRIMENA DIGITALNE TEHNOLOGIJE NA FARMAMA MLEČNIH KRAVA

Fratrić Natalija, Stojić Milica, Gvozdić Dragan*

Digitalne tehnologije današnjeg vremena nalaze svoje mesto u svim sferama ljudskog rada, pa tako i u veterinarskoj medicini. Na farmama mlečnih krava, one se koriste za praćenje parametara proizvodnje, ali i fizioloških parametara čime se doprinosi očuvanju zdravlja i dobrobiti životinja, kao i bezbednosti hrane. Digitalna tehnologija najčešće podrazumeva upotrebu odgovarajućih mernih instrumenata (senzora, kamera, mikrofona, skala i dr.) i analitičkih uređaja (specifičnih programskih paketa koji služe za obradu prikupljenih informacija) koji na različite načine transformišu dobijene podatke u informaciju korisnu za držaoce životinja. Novim tehnologijama je omogućeno neprekidno praćenje brojnih parametara u realnom vremenu na određenim mernim mestima, prenos signala do centralnih jedinica i njihov automatski unos u odgovarajuće programe. Tehnologije bazirane na sensorima (biosenzorima), na farmama mlečnih krava omogućavaju da se u realnom vremenu rukuje velikim brojem podataka iz različitih sistema i na osnovu njih se mogu doneti važne odluke o upravljanju farmom. Senzori mogu biti postavljeni na različitim mestima: u sistemu automatske muže, pojedinim lokacijama u objektima za držanje životinja i na/u telu samih krava: ušima, vratu, nogama, repu, pod kožom ili u buragu. Podaci koji se generišu aktivnošću senzora, mogu se koristiti za praćenje proizvodnih rezultata (mlečnost, broj somatskih ćelija), uslova dobrobiti i adekvatnog smeštaja (spoljašnja temperatura, vlažnost vazduha), kao i fiziološkog stanja krava (detekcija estrusa). Dobrom obradom podataka se može, u određenim slučajevima, predvideti buduće stanje životinja, što otvara mogućnost preventivnih postupaka i aktivnosti veterinara. Primena digitalne tehnologije može značajno uticati na rad veterinara tako što će dovesti do brze transformacije sa terapijskog na preventivni pristup zaštiti zdravlja životinja. Sistem zasnovan na digitalnoj tehnologiji može da: 1) "signalizira" veterinaru da kod određene životinje postoje promene u vrednostima određenih homeostatskih parametara, 2) "predlaže" konkretne akcije

*Dr Fratrić Natalija, redovni profesor, dr Stojić Milica, docent, Katedra za fiziologiju i biohemiju; dr Gvozdić Dragan, redovni profesor, Katedra za patološku fiziologiju, Fakultet veterinarske medicine, Univerzitet u Beogradu

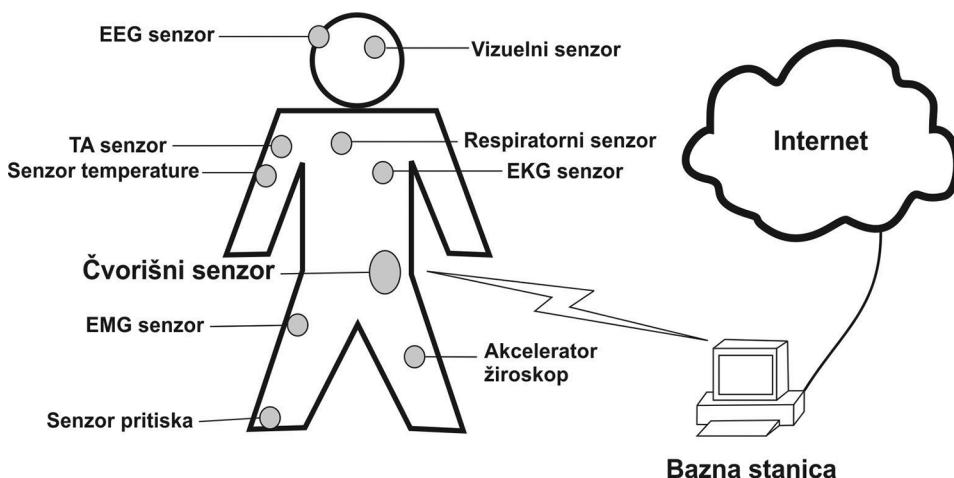
veterinara u određenom vremenskom okviru, 3) "sugeriše" konkretne uzroke nastanka promena, 4) integriše podatke iz više značajnih izvora i daje izveštaje, čime se dobijaju nove vrste podataka sa potpuno novim značenjima.

Ključne reči: digitalne tehnologije, mlečne krave, senzori

UVOD

Pojava nove tehnologije digitalnog doba, koja u prevodu nosi naziv „Mreža prenosnih telesnih senzora“ (engl. *Wearable Body Sensor Networks, BSN*) je početkom 21 veka, otvorila brojne mogućnosti za praćenje različitih parametara funkcija bioloških sistema u realnom vremenu. U pitanju je fleksibilna, relativno jeftina i neinvazivna tehnologija koja je svoju primenu našla pre svega u oblasti telemedicine i zdravstvene zaštite ljudi (napredna dijagnostička sredstva, praćenje vitalnih parametara obolelih), preko praćenja i upravljanja fitness programima, interaktivnom „gejmingu“ (engl. *gaming* – kompjuterske igrice), sve do različitih aplikacija zasnovanih na proceni emocionalnog stanja korisnika (Boano i sar. 2011).

Opšti princip funkcionisanja BSN je prikazan na slici 1. Senzori koji se postavljaju na različitim mestima u organizmu prikupljaju fizičke podatke i vrše preliminarnu obradu registrovanih signala. Prikupljeni podaci se dalje preko „čvornog“ centra (engl. *sink node*), prenose do bazne stanice kako bi bili prosleđeni na internet, što predstavlja osnovu za mnoge aplikacije (pre svega se odnosi na ljudsko društvo), uključujući zdravstveni sistem, socijalne službe, dijagnostičke sisteme, medicinske eksperte i slično (Lai i sar. 2013).



Slika 1. Šematski prikaz strukture BSN na primeru ljudskog organizma. Ova struktura se može primeniti i na organizam pacijenata u veterinarskoj medicini (modifikovano prema Lai i sar. 2013)

Primena različitih vrsta digitalnih tehnologija na farmama mlečnih krava omogućava bolje uslove za praćenje zdravlja stada i proizvodnje, sa smanjenjem učešća ljudskog rada i troškova potencijalnih tretmana. Pri tome se istovremeno povećavaju mlečnost i kvalitet dobijenog proizvoda i pozitivno utiče na dobrobit i komfor životinja (Grodkowski i sar. 2018). Tehnologija bazirana na senzorima na farmama mlečnih krava, obezbeđuje informacije u realnom vremenu koje omogućavaju donošenje važnih odluka u vezi upravljanja farmom. Digitalna tehnologija podrazumeva prikupljanje i analizu različitih podataka, kako od pojedinačnih jedinki, tako i od grupe životinja u cilju proučavanja tih podataka i njihove upotrebe za poboljšanje procesa proizvodnje. Prikupljene informacije se principijelno mogu podeliti u dve grupe: informacije za upotrebu od strane jednog korisnika mreže ili za distribuciju između više korisnika. Najčešći uređaji sa senzorima, koji se koriste na farmama mlečnih krava, uključuju: pedometre, elektronske markice, e-okovratnike, e-boluse-pilule, senzore kretanja, mikrofone i kamere (Mullins i sar. 2019). Informacije prikupljene putem različitih senzora se šalju do centralne procesorske jedinice gde se obrađuju određenim softverskim paketima. Pored davanja izveštaja i zaključaka, centralni procesor može biti programiran za slanje e-mail-a ili SMS poruka držaocu (i/ili odgovornom veterinaru), pogotovo kada se radi o situaciji koja je od strane programa ocenjena kao hitna i zahteva pružanje odgovarajuće pomoći. Ovi podaci, dobijeni u realnom vremenu, su važni za vlasnike životinja, ali i za veterinare.

U razmatranju uloge i značaja digitalne tehnologije senzora, ne treba zaboraviti na specifičnost tzv. „biosenzora“. Pod biosenzorima se podrazumevaju specifične biološke komponente (enzimi, hormoni, nukleinske kiseline i ćelije) koje su pričvršćene za površinu senzora, koja je dalje povezana sa „prevodiocima“ (engl. *transducers*) čiji je zadatak da prenose i interpretiraju nastali signal. Biosenzor se većinom sastoji od dve komponente: 1) bio-prepoznavajućeg elementa (bioreceptor) koji ima ulogu da „prepozna“ željeni analitički sastojak i 2) „prevodioca“ koji stvara digitalni električni signal proporcionalno koncentraciji specifičnog analita (Sharma, 2016).

Pojava tehnologije senzora (i biosenzora) je verovatno dodatni važan faktor koji je uticao na nastanak ideje o „preciznom uzgoju mlečnih krava“ (engl. *Precision Dairy Farming*, PDF). Radi se o primeni različitih tehnoloških inovacija modernog digitalnog doba koje utiču na značajno smanjenje angažovanja ljudske radne snage u velikom broju aktivnosti vezanih za upravljanje farmom muznih krava. U krajnjem ishodu, uvođenje PDF tehnologija bi trebalo da poveća prihode i profitabilnost proizvodnje na farmama mlečnih krava (Bewley, 2010; Kamphuis i sar. 2014).

Tehnološke inovacije, koje su potencijalno zanimljive za primenu u proizvodnji mleka (senzori i sl.), obično pokreću inženjeri. Razvoj hardvera je, međutim, samo prvi stepen u ostvarenju nove komponente PDF sistema, koja se sastoji od četiri faze (Rutten i sar. 2013): 1) razvoja hardvera, 2) tumačenja podataka, 3) integracije informacija i 4) donošenja odluka. Prvi korak u razvoju novog PDF sistema je uspostavljanje i usavršavanje opreme koja služi za merenje jednog ili

većeg broja parametara. Tumačenje prikupljenih podataka je drugi korak kojim se podaci prikupljeni od strane hardverskog sistema pretvaraju u korisnu informaciju. Ovo može biti kritičan korak u razvoju novog PDF sistema, budući da zahteva jasnu i nedvosmislenu karakterizaciju statusa koji treba da bude detektovan, kako životinje tako i same farme, kao i zlatni standard u vezi sa detektovanim statusom. Potrebno je takođe razviti i validirati nove algoritme koji će omogućiti pretvaranje prikupljenih podataka u valjanu i iskoristivu informaciju (Hogeveen i sar., 2015). Tumačenje interpretacija prikupljenih podataka može biti ozbiljan problem, budući da se na osnovu njih, po pravilu, mora doneti određena odluka u vezi sa aktivnošću na farmi. Tako, na primer, ako PDF aplikacija daje informaciju o otkrivanju estrusa nakon 4 dana od njegove stvarne pojave, onda to nema nikakav značaj jer je ova informacija zakasnela. Međutim, ako PDF aplikacija ukaže na pojavu mastitisa, 4 dana nakon njegovog „stvarnog“ pojavljivanja, to može biti korisno za sprovođenje terapije (u zavisnosti od težine mastitisa) (Hogeveen i sar. 2015). U trećoj fazi razvoja PDF sistema, informacija dobijena od strane hardvera može se kombinovati sa drugim informacijama (sa farme ili izvan nje). Ovaj treći korak nije obavezan u PDF sistemu, ali može značajno doprineti dodatnoj vrednosti. U četvrtoj fazi se *de facto* donosi odluka u vezi upravljanja farmom, bilo od strane ljudskog faktora (farmera, vlasnika, držaoca ili menadžera) ili autonomno, od strane samog PDF sistema. Tako na primer, automatski sistem za hranjenje donosi odluku o korekciji obroka potpuno samostalno. Za samu PDF aplikaciju je izuzetno značajno da je sasvim jasno šta aplikacija direktno odlučuje i čini. Aplikacija bi trebalo da bude operativna najmanje do drugog koraka – tumačenja podataka (upozorenja). Upozorenja koja se dobijaju od strane PDF aplikacije bi morala da budu iskoristiva za samog farmera. Aplikacija bez odgovarajuće aktivnosti ili za nju vezane standardne operativne procedure, nije od koristi (Hogeveen i sar. 2015).

Senzori koji se koriste mogu meriti vitalnost krava zajedno sa nivoom aktivnosti i vremenom preživanja, kao i faktorima sredine kao što su temperatura i vlažnost vazduha. Upotreba e-okovratnika ili markica je jedan od optimalnih načina praćenja krava na paši (npr. na kojoj se paši najviše zadržavaju), što je značajno za rotaciju ispaše, planiranje snabdevanja vodom i gradnju nastrešica u cilju prevencije toplotnog stresa. Takođe se mogu koristiti e-bolusi za praćenje preživanja, temperature, pH vrednosti, unosa hrane, fermentacije (Cantor i sar. 2018). Na osnovu podataka o ovim parametrima u realnom vremenu, mogu se prevenirati problemi nastali zbog pojave acidoze buraga i smanjenog unosa hrane ili njenih pojedinih sastojaka. Ovo omogućava da se na vreme uvede preventivni tretman, što utiče pozitivno na krajnji ishod i isključuje troškove lečenja potencijalno nastalih oboljenja. Ranim otkrivanjem promena određenih parametara i brзом akcijom, smanjuje se upotreba lekova, manji je pad mlečnosti, povećava se plodnost, uklanja se potreba za izlučivanjem iz zapata i smanjuje se broj uginuća (Benaissa i sar. 2019).

Različiti sistemi u okviru PDF-a u realnom vremenu ukazuju na problem, generišu liste životinja koje su “kandidati” za određene mere i tretmane, sačinja-

vaju izveštaje i mape štala čime se omogućava bolja organizacija rada na farmi i kontrola proizvodnje i zdravlja stada. Vlasnik ili tim koji prati ceo sistem mogu da se skoncentrišu na "pravu" kravu, u pravo vreme, sa odgovarajućom terapijom ili tretmanom. Vrlo precizan uvid u zdravstveni status krava može se dobiti registrowanjem i praćenjem kombinacije tri aspekta ponašanja/aktivnosti životinje: sistem upoređuje registrovano ponašanje sa standardima za optimalnu kondiciju, prethodnim ponašanjem krave i ponašanjem grupe u kojoj se krava nalazi. Sistem automatski upozorava kada je kravi potrebna brza intervencija (krave se na listi se označavaju kao krave koje se moraju "pogledati danas" (engl. *animals to check today*). U daljem tekstu biće spomenuti samo neki od sistema zasnovanih na digitalnoj tehnologiji, uz napomenu da van pomenutih elemenata PDF-a ostaje još značajan broj već postojećih ili mogućih oblika primene digitalnih tehnologija u proizvodnji mleka (i drugim oblastima rada veterinarar).

Robotska muža, proizvodnja mleka i mastitis

U novije vreme se pojavljuje sve veći broj inicijativa u pravcu novih PDF aplikacija. Neke od njih su povezane sa uvođenjem sistema robotske muže, gde više nije moguće vizuelno otkrivanje izmenjenog mleka i promena na vimenu karakterističnih za pojavu kliničkog mastitisa (Hogeveen i sar. 2015).

Robotska muža je značajno povećala broj raspoloživih podataka koji se svakodnevno dobijaju o stanju svake pojedine životinje. Prikupljeni podaci se šalju u centralni kompjuterski sistem i služe da se upotpune podaci o zdravlju na individualnom nivou ili na nivou stada. Kao parametri zdravstvene ispravnosti se prate električna provodljivost mleka i broj somatskih ćelija. Senzori takođe prate i telesnu masu krava, mlečnost, frekvencu muže i zdravlje vimena. Mleko od krava sa mastitisom i mleko lošijeg kvaliteta se može, bez učešća čoveka, automatski preusmeriti iz sabirnog mleka (engl. *"bulk tank"*) na drugu stranu. U paru sa e-ogricama/markicama senzori koji prate primenu robotske muže daju individualne podatke o svakoj kravi, količini obroka, higijeni sisa i dezinfekciji papaka.

Reprodukcija i senzori

Uređaji kao što su e-ogrice/markice i pedometri, se mogu koristiti za praćenje estralnog ciklusa i planiranje reprodukcije krava. Krave ispoljavaju i do šest puta veću motornu aktivnost u toku estrusa i pedometri su od velikog značaja za otkrivanje estrusa. Mnogi problemi u graviditetu koji mogu dovesti do pobačaja i mrtvorodne teladi se mogu sprečiti praćenjem vitalnih znakova krava tokom graviditeta. Takođe je moguće praćenje i nadgledanje teljenja na daljinu (intervencija se sprovodi samo kada je to potrebno), bez uznemiravanja životinje i dodatnog stresa. Time se omogućava brži oporavak životinje i brže ponovno uvođenje u reprodukciju, što se odražava na povećanje proizvodnje mleka, smanjenje troškova osemenjavanja i veći broj teladi.

Praćenje teljenja: Senzori koji predviđaju momenat teljenja mogu pomoći držaocu da efikasno prati krave koje su za teljenje. Praćenje ponašanja krava oko

teljenja (praćenje je intenzivno u tranzicionom periodu) omogućava da se otkriju krave kojima je potrebna posebna pažnja tokom ovog rizičnog perioda kada su one osetljivije na pojavu bolesti. Nadgledanje i praćenje krava pre teljenja je značajno jer je moguće uočiti distokiju, a potrebno je vreme za intervenciju u kome će se otkloniti njeni štetni efekti i na kravu i na tele. Senzori mogu biti od pomoći u detekciji preciznog momenta teljenja zbog toga što vlasnik često nema dovoljno vremena da se posveti svakoj kravi pojedinačno. Promene u ponašanju mogu biti indikator specifičnih problema sa zdravljem u period oko teljenja.

Sistem detekcije estrusa: Kod visokomlečnih krava otkrivanje estrusa nije uvek uspešno iz više razloga među koje spadaju: kratka manifestacija estrusa, manji intenzitet specifičnih znakova estrusa, veličina farme – veliki broj životinja, nedostatak obučene radne snage i sl. Automatskim sistemom za otkrivanje estrusa mogu se pratiti pojava i simptomi estrusa neprekidno (danju i noću), za razliku od ljudskog angažovanja koje je vremenski ograničeno. Automatski se prate znaci estrusa kao što su: povećana motorna aktivnost (kretanje) i promene u ponašanju krava. U njih spadju: njuškanje, učestalost odmora, pojava i učestalost zaskakivanja. Ovo je moguće pratiti kod svih krava i to 24 sata dnevno. Za to se mogu koristiti senzori kao što su markice za nogu – pedometri, okovratnici i senzori na ušima. Tim putem se dobija lista svih krava u estrusu i može se odrediti najbolji momenat za osemenjavanje sa najvećom verovatnoćom začeća. Takođe se iz tih podataka dobijaju korisne informacije o reprodukciji: koje krave imaju neredovni estrus, koje ne cikliraju (anestrija), broj krava koje nisu gravidne i sl. Kod nekih senzora, koji se koriste za praćenje reprodukcije prati se i preživanje. Praćenje preživanja podrazumeva beleženje broja minuta koje krava provede u preživanju svakog dana, registrovanjem zvukova preživanja i žvakanja ili praćenjem pokreta glave akcelerometrom. Praćenje aktivnosti (kretanja) i preživanja je jedan od načina za otkrivanje estrusa i indikator zdravstvenih problema. Ako krava preživa manje nego što je to normalno (prosečno 475 minuta dnevno), to može biti pokazatelj da nešto nije u redu. Senzori koji prate aktivnost tokom preživanja mogu biti postavljeni kao okovratnici ili na ušima. Mikrofon koji registruje zvuke su u bliskom dodiru sa vratom krave da bi merili vreme preživanja.

Automatsko otkrivanje estrusa može predstavljati značajnu pomoć jer se štedi u vremenu i angažovanju obučene radne snage (vizuelno otkrivanje zahteva dosta ljudskog rada). Druga važna prednost automatizacije u ovom segmentu, je povećan nivo uočavanja estrusa. Uvođenje automatskog sistema otkrivanja estrusa ima, po pravilu, kao posledicu skraćivanje servis perioda i međutelidbenog intervala.

Robotski sistem za ishranu krava

Razvijeno je mnoštvo senzora i informacionih tehnologija sa programima za preciznu ishranu preživara (González, i sar., 2018). Napredak digitalne tehnologije je omogućio da su robotizovani sistemi za ishranu krava relativno pristupačni. Ovi sistemi imaju zadatak da svakodnevno, tokom čitavog dana, automatski do-

stavljaju svežu hranu kravama. Ceo sistem čine: mesto gde je smeštena hrana (engl. *kitchen* – kuhinja) iz koje se automatski uzimaju osnovni sastojci obroka, mikser gde se ta hrana meša i odatle se preko robota dostavlja do hranidbenog stola (engl. *feedbunk*). Lokacija „kuhinje“ može biti u posebnom objektu ili u sklopu štale. Osnovni sastojci obroka (kabasti i koncentrovani) se dostavlja do „kuhinje“ tokom nedelje (svaka dva do tri dana leti i svakih pet dana zimi). Robot klizi po šinama i može hraniti 40 do 700 krava. Mešanje i dostavljanje određene količine hrane u određeno vreme dana regulisano je softverom koji je programiran za datu farmu.

Softver koji kontroliše ishranu krava može da komunicira sa softverom za mužu i može automatski da ažurira broj krava na muži i zasušenih krava kada se status krava promeni. Programu za ishranu se može pristupiti preko kompjutera, tableta ili mobilnog telefona.

Na malim farmama krava, ishrana koncentratom zahteva dosta rada. Mlečne krave se hrane koncentratom na muži da bi se zadovolji nutritivni zahtevi, ali pri tome mogućnosti individualnog hranjenja značajno variraju, zavisno od tipa opreme i prakse upravljanja mužom. Na tržištu je takođe dostupna oprema za automatsko dostavljanje koncentrata. Kod kompjuterski kontrolisanog dostavljača koncentrata, svaka krava nosi okovratnik-senzor za identifikaciju. Kada krava stavi glavu u hranilicu, elektronski joj se očitava broj i programirana količina koncentrata joj se dostavlja brzinom kojom ona to može da pojede pre nego što odatle ode, obično oko 200 g u minuti. Ukupna količina koncentrata za dnevni obrok se ne daje odmah pri jednom dolasku i obično je podeljena u četiri i više intervala za 24 sata. Isto tako se može i automatski podešavati dnevna količina koncentrata i podešavanje može biti bazirano na osnovu dana od teljenja, projektovane laktacione krive ili programirane formule – jednačine.

Dobro izmešan i uravnotežen obrok, koji se dostavlja preko automatskog sistema ima prednosti u tome što smanjuje separaciju, razbacivanje i gubitak hrane. Višekratni način ishrane ima pozitivan uticaj na mlečnost, što se ogleda u povećanju proizvodnje mleka i sadržaju masti u mleku. Učestali način ishrane osigurava pravu ravnotežu za svaku grupu krava, zavisno od performansi i stadijuma laktacije, a takođe se uspostavlja stabilan pH buraga i time smanjuje potencijalni problem sa acidozom. Kompjuterizovani sistem ishrane koncentratom osigurava, da svakoj kravi prema sopstvenim potrebama, bude dostavljena različita količina hrane koja sadrži različite sastojke koncentrata, a smanjuje se vreme i angažovanje ljudske radne snage.

Senzori za telesnu temperaturu

Telesna temperatura životinja je vrlo važan pokazatelj zdravstvenog stanja organizma i spada u tri osnovna pokazatelja homeostaze koje veterinari obavezno moraju registrovati na početku opšteg kliničkog pregleda (temperatura tela, frekvencija rada srca i disanja, tzv. „trijas“). U tu svrhu se mogu koristiti termistori, termoparovi i senzori infracrvenog zračenja. Spajanje ovih tehnologija sa korisnič-

kim interfejsima može značajno doprineti PDF-u (Nogami i sar. 2014; Lun i sar. 2015). Podaci dobijeni proučavanjem procesa termoregulacije kod životinja, kao i faktora koji utiču na telesnu temperaturu, poput graviditeta, porođaja i dojenja, mogu se koristiti za sticanje predstave o osnovnom stanju životinje. Unutrašnja telesna temperatura (engl. *body core temperature*) i bazalna rektalna temperatura, mogu se koristiti za analizu varijacija telesne temperature i povezati sa različitim nepravilnostima. Ova vrednost daje temperaturu u blizini glavnih organa tela, kao što su srce, unutrašnji organi i mozak. Ta temperatura se meri sensorima lociranim u različitim delovima tela – u rektumu, intravaginalno, intravaskularno i u određenim delovima digestivnog trakta. Srednja periferna temperatura, sa druge strane, je temperatura delova tela koji su posredna veza između unutrašnjosti tela i njegove površine. Ova temperatura se procenjuje intramuskularnim sensorima sa čipovima. Periferna temperatura se meri na spoljnoj površini tela životinje i senzori sa mikročipovima se ugrađuju nekoliko santimetara duboko u kožu. Slično tome, infracrvene kamere za termalno snimanje služe kao termometri infracrvenog zračenja koji mere telesnu temperaturu u različitim tačkama, stvarajući tako dvodimenzionalnu sliku zvanu termogram. Ova, softverski intenzivna tehnologija, omogućava praćenje telesne temperature životinja u različitim okruženjima (Sellier i sar. 2014). U poslednje vreme se za praćenje zdravstvenih podataka koriste e-tablete koje ostaju u buragu krava veoma dugo i mogu da prenose podatke putem odgovarajućeg programa tako da oni potom budu dostupni na internetu (na tzv. *cloud-u*). Na taj način, farmer može uspešno prikupiti važne podatke o telesnoj temperaturi, brzini otkucaja srca životinje i sl. (Harrop, 2016), a slični senzori su razvijeni i za mlečne koze (Castro-Costa i sar. 2015). Upotreba e-tagova, koje prate telesnu temperaturu u cilju otkrivanja bolesti, tako postaje uobičajena praksa u nekim oblastima veterinarske medicine (Neethirajan, 2017).

Značaj primene digitalnih tehnologija u proizvodnji mleka

Upotreba digitalnih tehnologija je bitna za proizvođača ali može rešiti i pitanja koje postavljaju potrošači, a tiču se dobrobiti životinja i održive proizvodnje mleka. Podaci prikupljeni putem senzora mogu biti ključni za donošenje odluka na više načina: prikupljene informacije se mogu koristiti za pravljenje lista i izveštaja, koji onda mogu služiti za grupisanje krava prema različitim kriterijumima (na osnovu lečenja ili nutritivnih potreba), da bi se smanjilo angažovanje radne snage kao i radi praćenja istorije pojedinih krava. Praćenje podataka u realnom vremenu, omogućava da se odmah preduzmu mere na osnovu trenutnih informacija o situaciji i zdravlju životinje.

Digitalne tehnologije, primenjene na pravi način, daju mogućnost da se svakoj pojedinačnoj životinji pruži personalizovana nega, optimizacijom udobnosti smeštaja, zdravlja i ishrane, što se odražava na proizvodnju i profitabilnost uzgoja. Takođe je moguće ranije preduzeti preventivne mere i eventualno sprovesti određene terapijske procedure, budući da čitav sistem na osnovu zadatih parametara i registrovanog realnog stanja unapred ukazuje kojim životinjama treba posvetiti veću pažnju.

Uloga veterinara u primeni digitalnih tehnologija

Razvoj i primena digitalnih tehnologija u proizvodnji mleka (ali i u drugim oblastima, gde je potreban i/ili obavezan rad veterinara) dovešće do značajnih izmena u konceptu i ulozi veterinara. U ovom trenutku se mogu definisati najmanje tri značajna aspekta u kojima će doći do promena u veterinarskoj struci: 1) digitalne tehnologije će ubrzati prelazak težišta aktivnosti veterinara sa lečenja na preventivu, 2) rezultati primene digitalne tehnologije predstavljaju efikasan "alat" za veterinara da izvrši procenu zdravlja i dobrobiti životinja i 3) oblast primene digitalnih tehnologije u proizvodnji mleka je važna za veterinare jer oni predstavljaju, po prirodi svog zanimanja, prvog savetnika vlasniku/držaocu životinja u vezi sa prednostima i manama uvođenja određenih sistema zasnovanih na digitalnoj tehnologiji. Uzimajući u obzir perspektive razvoja i primene digitalnih tehnologija u držanju farmskih (ali i socijalnih) životinja, neophodno je da veterinari ulože dodatni napor za sticanje novih znanja i veština koje će im pomoći da ostvare svoje uloge u društvu. Stoga i ovaj tekst smatramo za naš mali doprinos u tom pravcu.

LITERATURA

1. *Benaissa S, Tuytens FAM, Plets D, de Pessemier T, Trogh J, Tanghe E et al*, 2019, On the use of on-cow accelerometers for the classification of behaviours in dairy barns, *Res Vet Sci*, 125, 425-33.
2. *Bewley JM*, 2010, Precision dairy farming: advanced analysis solutions for future profitability, Proceedings of the first North American Conference on precision dairy management, 2-5 March, Toronto, Canada, 2-17.
3. *Boano CA, Lasagni M, Römer K, Lange T*, 2011, Accurate temperature measurements for medical research using body sensor networks, SORT,11, March 28-31, Newport Beach, California, USA.
4. *Cantor MC, Costa JHC, Bewley JM*, 2018, Impact of Observed and Controlled Water Intake on Reticulorumen Temperature in Lactating Dairy Cattle, *Animals (Basel)*, 8, 11.
5. *Castro-Costa A, Salama AAK, Moll X, Aguiló J, Caja G*, 2015, Using wireless rumen sensors for evaluating the effects of diet and ambient temperature in nonlactating dairy goats, *J Dairy Sci*, 98, 7, 4646 - 58.
6. *González LA, Kyriazakis I, Tedeschi LO*, 2018, Review: Precision nutrition of ruminants: approaches, challenges and potential gains, *Animal*, 12, 246-s261.
7. *Grodkowski G, Sakowski T, Puppel K, Baars T*, 2018, Comparison of different applications of automatic herd control systems on dairy farms - a review, *J Sci Food Agric*, 98, 5181- 88.
8. *Harrop P*, 2016, Wearable technology for animals 2017-2027: technologies, markets, forecasts, IDTechEx.
9. *Hogeveen H, Rutten N, Kamphuis C, van der Voort M*, 2015, Economics of precision dairy monitoring techniques1, Precision Dairy Farming, May 30-June 1, Lexington, KY, USA, 86 - 97.
10. *Kamphuis C, Steeneveld W, Hogeveen H*, 2014, Economic modelling to evaluate the benefits of precision livestock farming technologies, Precision Farming Applications, Halachmi I. (ed.). Wageningen Academic Publishers, Wageningen, the Netherlands; EAAP/EU-PLF joint Conference, 25-27 August, Copenhagen, Denmark, 87-94.
11. *Lai X, Liu Q, Wei X, Wang W, Zhou G, Han G*, 2013, A survey of body sensor networks, *Sensors*, 13, 5406 - 47.

12. Mullins IL, Truman CM, Campler MR, Bewley JM, Costa JHC, 2019, Validation of a Commercial Automated Body Condition Scoring System on a Commercial Dairy Farm, *Animals (Basel)*, 29, 9, 6.
13. Neethirajan S, 2017, Recent advances in wearable sensors for animal health management, *Sensing and Bio-Sensing Res*, 12, 15 - 29.
14. Nogami H, Okada H, Miyamoto T, Maeda R, Itoh T, 2014, Wearable wireless temperature sensor nodes appressed to base of a calf's tail, *Sensor Mater*, 26, 8, 539 - 45.
15. Rutten CJ, Velthuis AGJ, Steeneveld W, Hogeveen H, 2013, Invited review: Sensors to support health management on dairy farms, *J Dairy Sci*, 96, 1928-52.
16. Sellier N, Guettier E, Staub C, 2014, A review of methods to measure animal body temperature in precision farming, *Am J Agric Sci Technol*, 2, 2, 74 - 99.
17. Sharma A, 2016, Role of biosensors in the field of veterinary practice, *Ind J Agricult Bus*, 2,1, 47-50.
18. Yun SO, Lee MK, Lee KG, Yi J, Shin SJ, Yang M, Lee SJ, 2015, An integrated and wearable healthcare-on-a-patch for wireless monitoring system, *Sensors, IEEE*, November 1- 4.

DIGITAL TECHNOLOGIES IN DAIRY FARMING INDUSTRY

Fratrić Natalija, Stojić Milica, Gvozdić Dragan

The digital technologies of today are finding their place in all spheres of human activity, including veterinary medicine. At dairy farms, these technologies are used to monitor production as well as physiological parameters, thus contributing to the animal health and welfare as well as food safety. Digital technology involves the use of adequate measuring instruments (sensors, cameras, microphones, scales, etc.) and analytical devices (specific software packages used to process the collected information) that, in various ways, transform the data obtained into information that is useful for animal holders. New technologies have enabled continuous monitoring of numerous parameters in real time at specific measuring points, transmission of signals to central units and their automatic entry into appropriate software applications. Sensor-based (including biosensors) technologies at dairy farms allow us to handle, in real time, a large amount of data from different systems that can make important decisions about the farm management. Sensors can be placed in different places: in the robotic milking system, in the specific locations at animal holding facilities, to different places on/in the body of the cows - ears, neck, leg, tail, under the skin etc. The data generated by the activity of the sensors can be used to monitor production results (milk yield, electric conductivity of milk, somatic cell count), welfare conditions and adequate housing (outdoor temperature, humidity), as well as the physiological condition of cows (estrus detection). Good data processing can in certain cases predict the future state of animals, which opens up the possibility of preventative procedures and activities for veterinarians. The use of digital technology can significantly affect the work of veterinarians by leading to a rapid transformation from a therapeutic to a preventative approach to animal health. A digital technology system can: 1) "signal" to the veterinarian that there are changes in the value of certain homeostatic parameters in a particular animal, 2) "suggest" specific veterinarian actions within a given time frame, 3) "suggest" specific causes of the changes and 4) integrate various data from multiple significant sources and generate reports, yielding new types of data with completely new meanings.

Key words: dairy cows, digital technologies, sensors

CIP - Каталогизација у публикацији
Народна библиотека Србије, Београд

636.09(082)

СЕМИНАР ЗА ИНОВАЦИЈЕ ЗНАЊА ВЕТЕРИНАРА
(41 ; 2020 ; БЕОГРАД)

Zbornik predavanja XLI Seminara za inovacije znanja veterinarara, Beograd, 2020 / [urednik Lazarević Miodrag]. - Beograd : Fakultet veterinarske medicine, Centar za izdavačku delatnost i promet učila, 2020 (Beograd : Naučna KMD). -

144 str. :

ilustr. ; 24 cm

Na vrhu nasl. str.: Univerzitet u Beogradu. - Tiraž 400. - Bibliografija uz svaki rad.

- Summeries. - Registar.

ISBN 978-86-80446-35-6

а) Ветерина -- Зборници

COBISS.SR-ID 282994956