

Funkcionalna svojstva u mliječnim goveda



Functional traits in dairy cattle

Vlahek*, I., V. Sušić, A. Ekert Kabalin, S. Menčik, M. Maurić Maljković, A. Piplica, J. Šavorić, S. Faraguna

Sažetak

Funkcionalna svojstva povećavaju učinkovitost proizvodnje smanjivanjem troškova. Narušeno zdravstveno stanje i fitnes mlijećnih krava, razvoj novih tehnologija u mljekarstvu, porast proizvodnje mlijeka po kravi te stav potrošača glavni su uzroci povećanja interesa za funkcionalnim svojstvima. Najvažnije skupine funkcionalnih svojstva jesu plodnost, zdravlje vimena, zdravlje papaka i hromost. Selekcija na funkcionalna svojstva otežana je zbog male količine i kompliciranog prikupljanja podataka (osobito podataka koji se odnose na zdravlje) te niske heritabilnosti svojstava. Razvojem novih tehnologija te zbog tržišnih i klimatskih promjena neprestano se stvaraju mogućnosti i potrebe za istraživanjem novih funkcionalnih svojstava.

48

Ključne riječi: funkcionalna svojstva, mliječna goveda, plodnost, zdravlje vimena, zdravlje papaka, hromost

Abstract

Functional traits are those characteristics of an animal that increase efficiency not by higher output of products but by reduced input costs. These traits are related to the health and fertility of dairy heifers and cows. International Committee for Animal Recording (ICAR) recognizes several groups of functional traits: health, female fertility, udder health, claw health, and lameness. In recent years, the decline in cow health, along with increased awareness of the costs of production and animal well-being led to the increase in the relative share of functional traits in the selection indexes. Selection based on functional traits is hindered by the low amount of available data, difficult collection of the data (especially the data related to health), low heritability of traits, and low genetic gain after selection.

Key words: functional traits, dairy cattle, fertility, udder health, claw health, lameness

Uvod

Vrednovanje domaćih životinja s obzirom na poželjna svojstva ima središnju ulogu u uzgojno-selekcijском radu s ciljem poboljšanja populacije. Svojstva mlijećnih krava uobičajeno se dijele na proizvodna i funkcionalna te svojstva vanjštine. Funkcionalna

svojstva utječu na proizvodnju mlijeka smanjivanjem troškova (Groen i sur., 1997.; Mark, 2004.; Stock i sur., 2012.). Uzgoj krava s poželjnim funkcionalnim karakteristikama umanjuje trošak veterinarskih usluga i potrebu za dodatnim radom oko bolesnih životinja te tako pozitivno utječe na količinu i kvalitetu proizvedenog mlijeka (Boettcher, 2005.).

dr. sc. Ivan VLAHEK, poslijedoktorand, dr. sc. Velimir SUŠIĆ, redoviti profesor u trajnom zvanju, dr. sc. Anamaria EKERT KABALIN, redovita profesorica u trajnom zvanju, dr. sc. Sven MENČIK, izvanredni profesor, dr. sc. Maja MAURIĆ MALJKOVIĆ, izvanredna profesorica, Aneta PIPLICA, dr. med. vet., asistentica, Juraj ŠAVORIĆ, dr. med. vet., asistent, Siniša FARAGUNA, dr. med. vet., asistent, Sveučilište u Zagrebu Veterinarski fakultet. *Dopisni autor: ivlahek@vef.unizg.hr

U suvremenim selekcijskim indeksima (brojačanim procjenama genetske vrijednosti jedinke koja se oblikuje kombinacijom više izmjera istog ili kombinacijom izmjera više različitih obilježja) zamjetno je povećanje broja funkcionalnih svojstava za koja se procjenjuju uzgojne vrijednosti, ali i povećanje udjela koji ona zauzimaju u selekcijskom indeksu (Egger-Danner i sur., 2012.; Ivanković i Mijić, 2020.). Glavni su razlozi povećanog interesa za funkcionalnim svojstvima narušeno zdravstveno stanje mliječnih krava, razvoj novih tehnologija u mljekarstvu, porast proizvodnje mlijeka po kravi te stav potrošača koji su sve više osviješteni po pitanju dobrobiti životinja i kvalitete proizvoda (Boettcher, 2005.). U selekcijskom indeksu za holštajnska goveda u Kanadi 2001. godine omjer proizvodnih svojstava, dugovječnosti te zdravlja i plodnosti iznosio je 57 : 38 : 5 (dugovječnost, zdravlje i plodnost u ovom se primjeru smatraju funkcionalnim svojstvima), dok je omjer istih skupina svojstava u 2016. godini iznosio 40 : 40 : 20 (Oliveira Junior i sur., 2021.). U ukupnom selekcijskom indeksu za holštajnsku pasminu u Hrvatskoj funkcionalna svojstva (označena su kao fitness svojstva) zastupljena su s 25 %, dok je mliječnost zastupljena s 50 %, a vanjština s 25 %. U simentalke pasmine funkcionalna su svojstva zastupljena s 44 %, mliječnost s 38 %, a mesnatost s 18 % (Hrvatska agencija za poljoprivredu i hranu, 2020.).

S obzirom na to da funkcionalna svojstva imaju sve veću važnost u mliječnom govedarstvu, cilj ovog rada jest navesti i opisati najvažnija svojstva iz te skupine.

Skupine funkcionalnih svojstava

Prema Međunarodnoj organizaciji za kontrolu proizvodnosti domaćih životinja (engl. International Committee for Animal Recording, ICAR) u funkcionalna obilježja krava spadaju sva svojstva povezana sa zdravljem i rasplodivanjem, a svrstana su u četiri skupine: (1) svojstva plodnosti, (2) svojstva zdravlja vimena, (3) svojstva zdravlja papaka te (4) svojstva hromosti (ICAR, 2020.).

Svojstva plodnosti

Proizvodnja mlijeka i rasplodivanje krava neodvojivo su povezani. Redovitim razmnožavanjem osiguravaju se teljenja koja su preduvjet za laktaciju te dovoljan broj pomlatka za obnovu stada. Najvažnija su funkcionalna svojstva plodnosti međutelidbeno razdoblje, servisno razdoblje i stopa nevraćanja na ponovno osjemenjivanje (engl. *non-return rate*, NRR) (ICAR, 2020.).

Međutelidbeno razdoblje jest broj dana koji je protekao između dvaju uzastopnih teljenja. Uvriježeno je pravilo da optimalno međutelidbeno razdoblje iznosi oko godinu dana. To razdoblje obuhvaća povratak k cikličkoj aktivnosti jajnika, koncepciju i gravidnost. Posljednjih je godina zamjetan trend povećanja trajanja međutelidbenog razdoblja zbog produljenja trajanja servisnog razdoblja i laktacije te ono u holštajnskih krava nerijetko iznosi više od 400 dana (Němečková i sur., 2015.; Tiezzi i sur., 2017.). Glavni je nedostatak međutelidbenog razdoblja u donošenju uzgojno-selekcijskih odluka njegova kasna dostupnost u životu krave.

Servisno razdoblje računa se kao broj dana koji je protekao od datuma teljenja do datuma ponovnog uspješnog osjemenjivanja. U intenzivnoj mljekarskoj proizvodnji servisno bi razdoblje trebalo trajati od 60 do 80 dana čime se, uz laktaciju u trajanju od 10 mjeseci, postiže međutelidbeno razdoblje od oko jedne godine. No servisno razdoblje krava izrazito visoke mliječnosti i dobre perzistencije nerijetko varira između 120 i 158 dana (Dechow i sur., 2020.; Dominguez-Castaño i sur., 2020.; Ivanković i Mijić, 2020.; Nasr i sur., 2021.). Veći postotak koncepcije krava te rjeđa pojava problema prilikom zasušivanja neki su od glavnih razloga zbog kojih stočari voljno produljuju servisno razdoblje (Ivanković i Mijić, 2020.).

Stopa nevraćanja na ponovno osjemenjivanje definira se kao udio krava koje su koncipirale u zadanom razdoblju podijeljen s ukupnim brojem krava sposobnih za oplodnju u tom razdoblju (Fouz i sur., 2011.). Zadana razdoblja mogu biti 21, 28, 56 i 90 dana, a najčešće je razdoblje 56 dana (ICAR, 2020.). Tako bi NRR56 od 40 % značio da je od 100 krava sposobnih za oplodnju njih 40 uspješno osjemenjeno (ostalo gravidno) unutar razdoblja od 56 dana.

Uz navedena svojstva još se mogu vrednovati i broj osjemenjivanja do uspješne koncepcije krave, razdoblje od teljenja do prvog osjemenjivanja krave, razdoblje od prvog osjemenjivanja nakon teljenja do uspješne koncepcije krave, intenzitet tjeranja krave, stopa koncepcije i broj osjemenjivanja po kravi u jednoj laktaciji ili u nekom drugom danom razdoblju (dvije ili tri laktacije). Najčešće vrednovana funkcionalna svojstva plodnosti te njihov opis navedena su u tablici 1.

Svojstva zdravlja vimena

Upala mliječne žlijezde (mastitis) bolest je koja već dugi niz godina stvara velike gubitke u mljekarstvu. Incidencija kliničkog i supkliničkog mastitisa u mliječnim je stadima visoka, negativno utječe na

Tablica 1. Funkcionalna svojstva plodnosti ženskih goveda (ICAR, 2020).

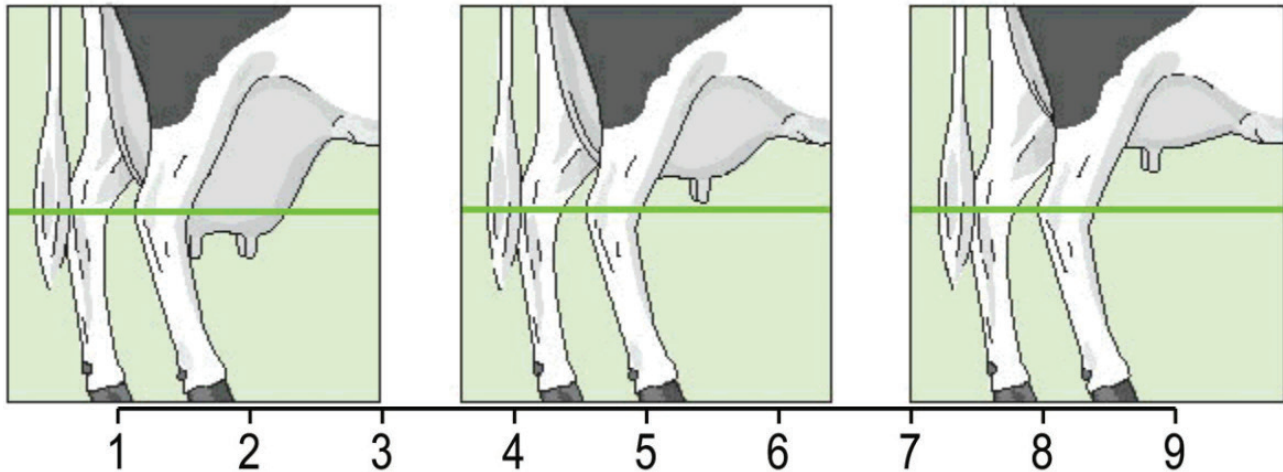
Svojstvo	Opis (definicija)
Međutelidbeno razdoblje	Broj dana koji je protekao između dva uzastopna telenja
Servisno razdoblje	Broj dana koji je protekao od telenja do ponovnog uspješnog osjemenjivanja - oplodnje
Stopa nevraćanja na ponovno osjemenjivanje	Broj krava koje su koncipirale u zadanom razdoblju (najčešće 56 dana) podijeljen s ukupnim brojem krava sposobnih za oplodnju u tom razdoblju
Razdoblje od telenja do prvog ponovnog osjemenjivanja	Broj dana koji je protekao od telenja do prvog osjemenjivanja krave u jednom servisnom razdoblju
Razdoblje od prvog osjemenjivanja do uspješne koncepcije	Broj dana koji je protekao od prvog osjemenjivanja (junice) ili od prvog osjemenjivanja krave nakon telenja do uspješne koncepcije
Broj osjemenjivanja do uspješne koncepcije	Ukupan broj umjetnih osjemenjivanja od telenja do uspješne koncepcije krave u jednom servisnom razdoblju
Stopa koncepcije	Broj krava koje su koncipirale u određenom razdoblju (21 dan) podijeljen s ukupnim brojem krava osjemenjenih u tom razdoblju
Razdoblje između osjemenjivanja	Prosječan broj dana koji je protekao između uzastopnih osjemenjivanja (ukoliko ih je bilo više) u jednom servisnom razdoblju

količinu i kvalitetu mlijeka, stvara visoke troškove liječenja oboljelih krava i narušava njihovu dobrobit (Martin i sur., 2018.).

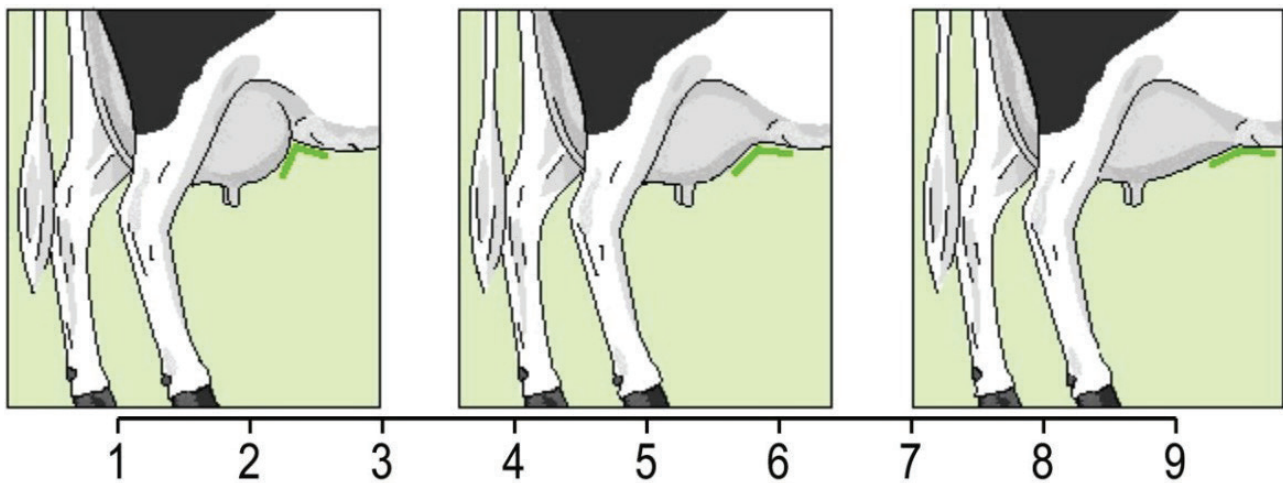
Procjena zdravlja vimena najčešće se provodi posredno pomoću indikatorskih svojstava koja moraju biti lako mjerljiva i povezana sa svojstvom koje se promatra (Miglior i sur., 2017.). Broj somatskih stanica u mlijeku (BSS) najčešće je korišteno indikatorsko svojstvo upale mliječne žlijezde (Rainard i sur., 2018.). Somatske stanice većinom su leukociti koji u mlijeko dopijevaju iz krvi. Svaka upalna promjena parenhima mliječne žlijezde uzrokuje pojačano nakupljanje leukocita u tom području te u konačnici i visok broj leukocita u mlijeku. Smatra se da je u mlijeku broj somatskih stanica visok (upućuje na mogućnost pojave mastitisa) ako prelazi 200 000 stanica/mL mlijeka (Lipkens i sur., 2019.). S obzirom na važnost koju mastitis ima u mliječnom govedarstvu neprestano se istražuju novi biomarkeri koji bi mogli biti jednako korisni ili bolji od broja somatskih stanica. Damm i suradnici (2017.) predlažu analizu diferencijalnog broja somatskih stanica (udio polimorfonuklearnih leukocita i limfocita u mlijeku u odnosu na ukupne somatske stanice) kao alternativno indikatorsko svojstvo upale mliječne žlijezde. Iako autori navode da je metoda relativno pouzdana, utvrđen raspon udjela polimorfonuklearnih leukocita i limfocita u mlijeku s više od 400 000 somatskih stanica iznosi 53 – 89 %. Osim toga kao potencijalni indika-

tori mastitisa istražuju se i električna vodljivost mlijeka (viša je u mlijeku krava s mastitisom u odnosu na zdrave krave) (Norberg, 2005.) te koncentracija laktoferina u mlijeku koja u krava s mastitisom iznosi više od 2 g/L, dok je očekivana normalna koncentracija 0,1 – 0,4 g/L (Kutila i sur., 2004.; Soyeurt i sur., 2012.).

Morfologija tijela vimena i sisa znatno utječe na zdravlje mamarnih kompleksa (Miles i sur., 2019.). Prema Svjetskoj federaciji holštajnsko-frizijskog goveda (engl. World Holstein Friesian Federation, WHFF) i ICAR-u standardna morfološka svojstva koja se procjenjuju na vimenu jesu povezanost prednjeg vimena s trupom, visina stražnjeg vimena, medijani suspenzorni ligament, dubina vimena, položaj sisa i dužina sisa. Najveći stupanj povezanosti sa zdravljem vimena imaju svojstva dubine vimena (slika 1) i povezanost prednjeg vimena s trupom (slika 2) (ICAR, 2018.). Dubina vimena jest odnos između zamišljene horizontalne linije koja prolazi kroz sredinu skočnog zgloba i dotiče vrhove sisa. Povezanost prednjeg vimena s trupom ocjenjuje se promatrajući kravu s lateralne strane, a promatra se kut koji stvaraju kranijalni rub vimena i ventralni dio trbušne stijenke. Carlström i suradnici (2016.) u holštajnskih su krava u Švedskoj utvrdili znatnu negativnu genetsku korelaciju između prosječnog broja somatskih stanica i povezanosti prednjeg vimena s trupom ($r = -0,24$) te između dubine vimena i incidencije masti-



Slika 1. Ocjena dubine vimena. Ocjena 1 označuje obješeno vime, ocjena 5 optimalnu dubinu vimena (vrhovi sisa dosežu do skočnog zgloba), a ocjena 9 visoko vime. Izvor: ICAR (2018.)



Slika 2. Ocjena povezanosti prednjeg vimena s trupom. Ocjena 1 označuje labavo vime, ocjena 5 prosječno povezano vime, a ocjena 9 čvrsto povezano vime. Izvor: ICAR (2018.)

tisa u ranoj fazi prve laktacije ($r = -0,59$). Optimalno duboko i visoko vime te vime čvrsto povezano s trupom manje je podložno bolestima. Detaljan opis procjene morfoloških svojstava vimena dostupan je u odjeljku 7 ICAR-ovih uputa za procjenu funkcionalnih svojstava (ICAR, 2020.).

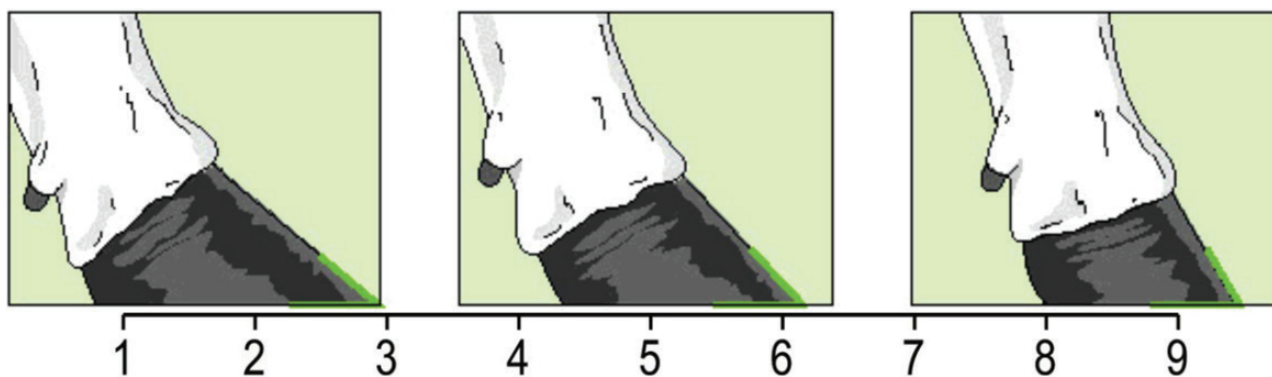
Pogodnost vimena za strojnu mužnju važan je selekcijski čimbenik u mliječnom govedarstvu. Najvažniji je pokazatelj navedenog prosječan protok mlijeka (PPM) koji se definira kao apsolutna prosječna količina pomuzenog mlijeka u minuti, a poželjan protok mlijeka iznosi od 2,2 do 2,5 L/min (Ivanković i Mijić, 2020.). Prebrz protok mlijeka posljedica je širokih sisnih kanala, a povezan je s većom incidencijom mastitisa zato što široki sisni kanali dulje ostaju „otvoreni“ nakon mužnje što omogućuje ulazak mi-

kroorganizama u mamarne komplekse (Carlström i sur., 2016.). S obzirom na to da mjerenje prosječnog protoka mlijeka zahtijeva visok utrošak rada, ICAR opisuje za stočara jednostavniju metodu mjerenja, prema kojoj se krave s obzirom na protok mlijeka rangiraju u krave s vrlo sporim, sporim, prosječnim i brzim protokom mlijeka (ICAR, 2020.).

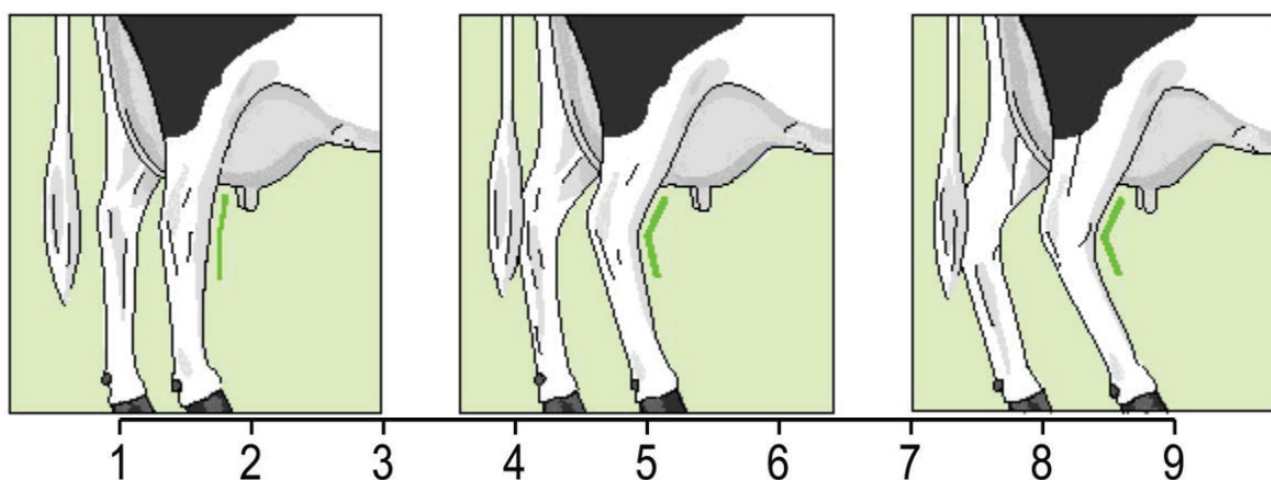
Svojstva zdravlja papaka i hromost

Svojstva zdravlja papaka

Uz bolesti vimena i poremećaje u reprodukciji, bolesti lokomotornog sustava najčešći su uzrok izlučivanja krava iz proizvodnje. Te bolesti izrazito narušavaju dobrobit životinja zbog visoke incidencije, težine simptoma i ponavljajućeg karaktera. U uputama



Slika 3. Ocjena kuta papaka. Ocjena 1 označuje nizak papak, ocjena 5 prosječno strmi papak, a ocjena 9 strmi papak. Izvor: ICAR (2018.)



Slika 4. Ocjena kuta skočnog zgloba (stava stražnjih nogu). Ocjena 1 označuje strm stav, ocjena 5 normalan stav, a ocjena 9 sabljast stav. Izvor: ICAR (2018.)

za funkcionalna svojstva mliječnih goveda razlikuje se 27 različitih bolesti papaka (ICAR, 2020.) koje se prema etiologiji dijele u zarazne i nezarazne. Najčešće zarazne bolesti papaka jesu digitalni dermatitis, interdigitalni dermatitis, interdigitalna flegmona te erozija petne rožine, a nezarazne pukotina rožine, krvarenja u rožinu tabana, pukotina bijele linije, čirevi tabana i asimetrični papci (Alsaood i sur., 2015.). Slikovni prikaz i opis svake pojedine bolesti dostupan je u *ICAR-ovu atlasu bolesti papaka* (Anonymus, 2022.a) koji je 2015. godine preveden na hrvatski jezik i može se pronaći na službenoj ICAR-ovoj mrežnoj stranici (<https://www.icar.org/wp-content/uploads/2016/04/croatian-translation-of-the-icar-claw-health-atlas.pdf>).

Dva su najbolja izvora podataka o navedenim bolestima veterinarske dijagnoze (obično su dostupne samo za teže bolesti) te podaci prikupljeni prilikom rutinske korekcije papaka od strane veterinara i dru-

gih osoba koje obavljaju tu djelatnost. Pritom se bilo koja bolest papaka najčešće definira kao binarno svojstvo (svojstvo s dva moguća ishoda mjerenja) koje se temelji na tome je li se bolest pojavila ili ne u zadanom razdoblju, a uobičajeno obuhvaća prvih 305 dana nakon teljenja (Heringstad i sur., 2018.). Bolesti s niskom incidencijom, koje se zbog toga ne mogu analizirati zasebno, grupiraju se u skupine s obzirom na etiologiju i patogenezu (Chapinal i sur., 2013.). Van der Linde i suradnici (2010.) navode da se uključivanjem podataka o bolestima papaka u selekcijski indeks incidencija tih bolesti može umanjiti do 0,7 % godišnje.

Stav stražnjih nogu i položaj papaka na stražnjim nogama mogu utjecati na zdravstveno stanje papaka. Pérez-Cabal i Charfeddine (2016.) navode da holštajnske krave s pravilnim stavom nogu imaju 8 % manju vjerojatnost razvijanja bolesti papaka u odnosu na krave s nepravilnim stavom nogu. Stoga

je procjena stavova nogu i položaja papaka korisno indikatorsko svojstvo zdravlja koje može poslužiti u uzgojno-seleksijskom radu (Hardie i sur., 2022.). U tom se smislu često ocjenjuju kut papka (slika 3) i kut skočnog zgloba (stav stražnjih nogu) (slika 4). Pod kutom papka podrazumijeva se kut koji zatvaraju dorzalna i solearna površina stijenke papka. Kut skočnog zgloba procjenjuje se promatrajući govedo s lateralne strane na temelju zamišljenih linija koje počinju od kranijalne strane sredine skočnog zgloba i protežu se proksimalno i distalno.

Svojstvo hromosti

Hromost je stanje otežanog kretanja zbog boli u ekstremitetima. Obilježena je promjenama u hodu koje nastaju kao posljedica nastojanja životinje da rastereti bolnu nogu. Najčešći su uzroci traume te bolesti nogu i papaka, a povezuje se sa slabijim unosom hrane te narušenom proizvodnjom i reprodukcijom. Douglas i suradnici (2019.) na 10 mliječnih farmi u Kanadi utvrdili su da je od 1608 promatranih krava njih 19 % bilo hromo, od čega je 94 % hromih krava imalo vidljivu leziju ekstremiteta.

Učestalo vrednovanje stupnja hromosti krava jedna je od najboljih preventivnih mjera bolesti nogu i papaka jer omogućuje rano otkrivanje poremećaja na ekstremitetu, identifikaciju pojedinih krava koje trebaju korekciju papaka, praćenje prevalencije hromosti te usporedbu incidencije i težine hromosti među različitim stadima (Schlageter-Tello i sur., 2014.; ICAR, 2020.). Najpopularniji sustavi bodovanja hromosti temelje se na Sprecherovu sustavu koji se temelji na ljestvici od 1 do 5, pri čemu ocjena 1 označuje normalan hod, a ocjena 5 izrazito vidljivu hromost (slika 5). Glavna prednost navedenog sustava bodovanja jest jednostavnost primjene, a uključuje i promatranje položaja tijela prilikom ocjene stupnja hromosti (Sprecher i sur., 1997.).











Prikupljanje podataka o hromosti korisno je iz nekoliko razloga. Moguća je usporedba incidencije hromosti među različitim farmama te se mogu identificirati one farme na kojima je to znatan problem, a podaci o funkcionalnim svojstvima hromosti mogu poslužiti u uzgojno-seleksijskom radu (Ring i sur., 2018.). Köck i suradnici (2019.) utvrdili su da se selekcijom krava pasmina simentalско govedo, holštajnsko govedo i smeđe govedo na povoljniju ocjenu hromosti može smanjiti incidencija bolesti papaka, osobito težih bolesti koje rezultiraju izlučivanjem životinja.

Nova funkcionalna svojstva

Razvoj novih tehnologija i tržišne promjene otvaraju mogućnosti, ali i stvaraju potrebu za neprestanim istraživanjem novih funkcionalnih svojstava koja bi se mogla iskoristiti u genetskom poboljšanju mliječnih krava. Stoga raste interes za vrednovanjem metaboličkih bolesti poput ketoze, dislokacije sirišta, puerperalne groznice i hipomagnezijemije. Pryce i suradnici (2016.) navode da se navedene bolesti vrednuju kao binarna svojstva (bolest se pojavila ili se nije pojavila) pri čemu razdoblje mjerenja može biti proizvodni vijek krave (od početka prve laktacije do kraja posljednje ili do izlučenja) ili trajanje jedne laktacije. Također, važno je pratiti je li se bolest pojavila jedanput ili više puta u proizvodnom vijeku krave. Mjerenje učinkovitosti hranidbe također postaje sve popularnije te je predloženo nekoliko načina njezina vrednovanja, poput rezidualnog unosa hrane (računa se kao razlika između stvarnog i predviđenog unosa suhe tvari) i mjerenja aktivnosti buraga (Egger-Danner i sur., 2015.). Temperament životinje važna je stavka pri donošenju odluka o izlučivanju, a može se procjenjivati na subjektivnoj ljestvici od 1 do 5, gdje brojka 1 označuje izrazito nemirnu životinju, a brojka 5 izrazito mirnu životinju (Juga, 1996.). Prilagodljivost na klimatske promjene zasigurno će postati sve važnija karakteristika „funkcionalne mliječne krave“. Egger-Danner i suradnici (2015.) navode da bi se prilagodljivost mogla mjeriti stupnjem osjetljivosti na toplinski stres. Osim toga postoje brojna druga potencijalna funkcionalna svojstva koja bi u budućnosti mogla imati važnu ulogu u selekciji krava, a svima je zajedničko da bi se njihovom upotrebom unaprijedila proizvodnja štiteći zdravlje krava.

Zaključak

Funkcionalna su svojstva godinama bila uglavnom zanemarena jer su uzgojni programi bili usmjereni na povećanje proizvodnje mlijeka po kravi. Smatralo se da su manje važna i teško mjerljiva, te da kao takva ne mogu bitno doprinijeti unaprijeđenju fenotipa. Taj se trend promijenio u posljednja dva desetljeća jer su troškovi proizvodnje porasli, stavovi potrošača prema dobrobiti krava su se promijenili, a digitalno bilježenje podataka i napredne statističke analize učinile su genetsku procjenu ovih svojstava izvedivijom. Uz unaprijeđenje proizvodnje, selekcijom krava za poželjna funkcionalna obilježja štiti se njihovo zdravlje i produljuje proizvodni vijek. Stoga su veterinari ključni dionici uzgojno-seleksijskog rada na mliječnim govedima.

Ocjena	Izgled	
	Stojeći položaj	Hod
1 Normalan stav i hod		
2 Blaga hromost		
3 Osrednja hromost		
4 Naglašena hromost		
5 Izrazita hromost		

Slika 5. Ocjena hromosti krava u stojećem položaju i u hodu. Prilagođeno prema: ICAR (2020.); izvor fotografija: Anonymous (2022.b).

Literatura

- ALSAOOD, M., C. SYRING, M. LUTERNAUER, M. G. DOHERR, A. STEINER (2015): Effect of routine claw trimming on claw temperature in dairy cows measured by infrared thermography. *J. Dairy Sci.* 98, 2381-2388.
- Anonymous (2022a): ICAR-ov atlas bolesti papaka. <https://www.icar.org/wp-content/uploads/2016/04/Croatian-translation-of-the-ICAR-Claw-Health-Atlas.pdf>. (Preuzeto 1.12. 2022.)
- Anonymous (2022b): Zinpro. <https://www.zinpro.com> (Preuzeto 1.12. 2022.)
- BOETTCHER, P. (2005): Breeding for improvement of functional traits in dairy cattle. *Ital. J. Anim. Sci.* 4 (Suppl. 3), 7-16.
- CARLSTRÖM, C., E. STRANDBERG, K. JOHANSSON, G. PETTERSSON, H. STÅLHAMMAR, J. PHILIPSSON (2016): Genetic associations of in-line recorded milkability traits and udder conformation with udder health. *Acta. Agric. Scand. A Anim.* 66, 84-91.
- CHAPINAL, N., A. KOECK, A. SEWALEM, D. F. KELTON, S. MASON, G. CRAMER, F. MIGLIOR (2013): Genetic parameters for hoof lesions and their relationship with feet and leg traits in Canadian Holstein cows. *J. Dairy Sci.* 96, 2596-2604.
- DAMM, M., C. HOLM, M. BLAABJERG, M. NOVAK BRO, D. SCHWARZ (2017): Differential somatic cell count – A novel method for routine mastitis screening in the frame of Dairy Herd Improvement testing programs. *J. Dairy Sci.* 100, 4926-4940.
- DECHOW, C. D., G. W. ROGERS, J. B. COOPER, M. I. PHELPS, A. L. MOSHOLDER (2020): Milk, fat, somatic cell score, and days open among Holstein, Brown Swiss, and their crosses. *J. Dairy Sci.* 90, 3542-3549.
- DOMINGUEZ-CASTAÑO, P., M. H. VARGAS DE OLIVEIRA, L. EL FARO, J. A. DE VASCONCELOS SILVA (2020): Relationship between reproductive and productive traits in Holstein cattle using multivariate analysis. *Repr. Dom. Anim.* 00, 1-7.
- DOUGLAS, M., L. SOLANO, K. ORSEL (2019): The surprising relationship between lameness and hoof lesions. <https://www.progressivedairy-canada.com/topics/herd-health/the-surprising-relationship-between-lameness-and-hoof-lesions>. (pristupljeno 1. veljače 2022. godine).
- EGGER-DANNER, C., A. WILLAM, C. FUERST, H. SCHWARZENBACHER, B. FUERST-WALTL (2012): Effects of breeding strategies using genomic information on fitness and health. *J. Dairy Sci.* 95, 4600-4609.
- EGGER-DANNER, C., J. B. COLE, J. E. PRYCE, N. GENGLER, B. HERINGSTAD, A. BRADLEY, K. F. STOCK (2015): Invited review: overview of new traits and phenotyping strategies in dairy cattle with a focus on functional traits. *Animal* 2, 191-207.
- GROEN, A. F., T. STEINE, J.-J. COLLEAU, J. PEDERSEN, J. PRIBYL, N. REINSCH (1997): Economic values in dairy cattle breeding, with special reference to functional traits. Report of an EAAP-working group. *Livest. Prod. Sci.* 49, 1-21.
- FOUZ, R., F. GANDROY, M. L. SANJUÁN, E. YUS, F. J. DIÉGUEZ (2011): Factors associated with 56-day non-return rate in dairy cattle. *Pesq. Agropec. Bras.* 46, 648-654.
- HRVATSKA AGENCIJA ZA POLJOPRIVREDU I HRANU (2020): Označavanje, kontrola proizvodnosti i procjena uzgojnih vrijednosti goveda. https://www.hapih.hr/wp-content/uploads/2021/03/Pri-rucnik_HAPIH_CS_govedarstvo_2020-SLOG-A4.pdf (Preuzeto 1.12.2'22.)
- HARDIE, L. C., I. W. HAAGEN, B. J. HEINS, C. D. DECHOW (2022): Genetic parameters and association of national evaluations with breeding values for health traits in US organic Holstein cows. *J. Dairy Sci.* 105, 495-508.
- HERINGSTAD, B., C. EGGER-DANNER, C. CHARFEDDINE, J. E. PRYCE, K. F. STOCK, J. KOFLER, A. M. SOGSTAD, M. HOLZHAUER, A. FIEDLER, K. MÜLLER, P. NIELSEN, G. THOMAS, N. GENGLER, G. DE JONG, C. ØDEGÅRD, F. MALCHIODI, F. MIGLIOR, M. ALSAOOD, J. B. COLE (2018): Invited review: Genetics and claw health: opportunities to enhance claw health by genetic selection. *J. Dairy Sci.* 101, 1-21.
- ICAR (2018): ICAR guidelines for conformation recording of dairy cattle, beef cattle, dual purpose cattle and dairy goats. <https://www.icar.org/Guidelines/05-Conformation-Recording.pdf>. (pristupljeno 10. siječnja 2022. godine)
- ICAR (2020): Guidelines for health, female fertility, udder health, claw health traits and lameness in bovine. <https://www.icar.org/Guidelines/07-Bovine-Functional-Traits.pdf>. (pristupljeno 10. siječnja 2022. godine)
- IVANKOVIĆ, A., P. MIJIĆ (2020): Govedarstvo. Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet, Zagreb, Hrvatska.
- JUGA, J. (1996): Evaluation methods of subjectively scored functional traits in Finland. *Intrerbull Bulletin* 14, 155-160.
- KÖCK, A., B. FUERST-WALTL, J. KOFLER, J. BURGSTALLER, F. STEININGER, C. FUERST, C. EGGER-

- DANNER (2019): Short communication: Use of lameness scoring to genetically improve claw health in Austrian Fleckvieh, BrownSwiss, and Holstein cattle. *J. Dairy Sci.* 102, 1397-1401.
- KUTILA, T., L. SUOJALA, T. LEHTOLAINEN, H. SALONIEMI, L. KAARTINEN, M. TÄHTI, K. SEPPÄLÄ, S. PYÖRÄLÄ (2004): The efficacy of bovine lactoferrin in the treatment of cows with experimentally induced *Escherichia coli* mastitis. *J. Vet. Pharmacol. Ther.* 27, 197-202.
 - LIPKENS, Z., P. PIEPERS, A. DE VISSCHER, S. DE VliegHER (2019): Evaluation of test-day milk somatic cell count information to predict intramammary infection with major pathogens in dairy cattle at drying of. *J. Dairy Sci.* 102, 4309-4321.
 - MARK, T. (2004): Applied genetic evaluations for production and functional traits in dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 87, 2641-2652.
 - MARTIN, P., H. W. BARKEMA, L. F. BRITO, S. G. NARAYANA, F. MIGLIOR (2018): Symposium review: Novel strategies to genetically improve mastitis resistance in dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 101, 2724-2736.
 - MIGLIOR, F., A. FLEMING, F. MALCHIODI, L. F. BRITO, P. MARTIN (2017): A 100-year review: Identification and genetic selection of economically important traits in dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 100, 10251-10271.
 - MILES, A. M., J. A. A. MCART, F. A. LEAL YEPES, C. R. STAMBUK, P. D. VIRKLER, H. J. HUSON (2019): Udder and teat conformational risk factors for elevated somatic cell count and clinical mastitis in New York Holsteins. *Prev. Vet. Med.* 163, 7-13.
 - NASR., M. A. F., M. A. HUSEEIN, A. Q. ALKHEDAIDE, M. S. EL-TARABANY, E. R. ROUSHDY (2021): Reproductive performance and culling rate of purebred Holstein cows and their crosses with Fleckvieh and Brown Swiss cows under subtropical conditions. *Front. Vet. Sci.* 8, 752941
 - NĚMEČKOVÁ, D., L. STÁDNÍK, J. ČÍTEK (2015): Association between milk production level, calving interval length, lactation curve parameters and economic results in Holstein cows. *Stočarstvo* 65, 243-250.
 - NORBERG, E. (2005): Electrical conductivity of milk as a phenotypic and genetic indicator of bovine mastitis: a review. *Liv. Prod. Sci.* 96, 129-139.
 - OLIVEIRA JUNIOR, G. A., F. S. SCHENKEL, L. ALCANTARA, K. HOULAHAN, C. LYNCH, C. F. BAES (2021): Estimated genetic parameters for all genetically evaluated traits in Canadian Holsteins. *J. Dairy Sci.* 104, 9002-9015.
 - PÉREZ-CABAL, M. A., N. CHARFEDDINE (2016): Short communication: Association of foot and leg conformation and body weight with claw disorders in Spanish Holstein cows. *J. Dairy Sci.* 99, 9104-9108.
 - PRYCE, J. E., K. L. PARKER GADDIS, A. KOECK, C. BASTIN, M. ABDELSAYED, N. GENGLER, F. MIGLIOR, B. HERINGSTAD, C. EGGER-DANNER, K. F. STOCK, A. J. BRADLEY, J. B. COLE (2016): Invited review: Opportunities for genetic improvement of metabolic diseases. *J. Dairy Sci.* 99, 1-19.
 - RAINARD, P., G. FOUCRAS, D. BOICHARD, R. RUPP (2018): Invited review: low milk smatic cell count and susceptibility to mastitis. *J. Dairy Sci.* 101, 6703-6714.
 - RING, S. C., A. J. TWOMEY, N. BYRNE, M. M. KELLEHER, T. PABIOU, M. L. DOHERTY, D. P. BERRY (2018): Genetic selection for hoof health traits and cow mobility scores can accelerate the rate of genetic gain in producer-scored lameness in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 101, 10034-10047.
 - SCHLAGETER-TELLO, A., E. A. M. BOKKERS, P. W. G. GROOT KOERKAMP, T. VAN HERTEM, S. VIAZZI, C. E. B. ROMANINI, I. HALACHMI, C. BAHR, D. BERCKMANS, K. LOKHORST (2014): Manual and automatic locomotion scoring systems in dairy cows: a review. *Prev. Vet. Med.* 116, 12-25.
 - SOYEURT, H., C. BASTIN, F. G. COLINET, V. M. R. ARNOULD, D. P. BERRY, E. WALL, F. DEHARENG, H. N. NGUYEN, P. DARDENNE, J. SCHEFERS, J. VANDENPLAS, K. WEIGEL, M. COFFEY, L. THERON, J. DETILLEUX, E. REDING, N. GENGLER, S. MCPARLAND (2012): Mid-infrared prediction of lactoferrin content in bovine milk: potential indicator of mastitis. *Animal* 6, 1830-1838.
 - SPRECHER, D. J., D. E. HOSTETLER, J. B. KANEENE (1997): A lameness scoring system that uses posture and gait to predict dairy cattle reproductive performance. *Theriogenology* 47, 1179-1187.
 - STOCK, K. F., J. COLE, J. PRYCE, N. GENGLER, A. BRADLEY, L. ANDREWS, C. EGGER-DANNER (2012): Survey on the recording and use of functional traits in dairy management and breeding. *Proceedings ICAR Annual Meeting 30. svibnja, Cork, Irska.*
 - TIEZZI, F., G. DE LOS CAMPOS, K. L. PARKER GADDIS, C. MALTECCA (2017): Genotype by environment (climate) interaction improves genomic prediction for production traits in US Holstein cattle. *J. Dairy Sci.* 100, 1-15.
 - VAN DER LINDE, C., G. DE JONG, E. P. C. KOENEN, H. EDING (2010): Claw health index for Dutch dairy cattle based on claw trimming and conformation data. *J. Dairy Sci.* 93, 4883-4891.