

# Procjena uzgojnih vrijednosti u govedarstvu Hrvatske

Marija Špehar, Špela Malovrh, Milena Kovač

## 1. Uvod

Unaprijeđenje stočarske proizvodnje sa genetskog stajališta ima za cilj izabrati (selekcionirati) najbolje životinje za gospodarski značajna svojstva, te ih koristiti kao roditelje slijedećih generacija potomaka. Korištenjem genetski superiornijih životinja omogućuje se ostvarenje željenog selekcijskog cilja sa svrhom povećanja proizvodnje te odgovarajuće ekonomski dobiti. Tijekom dugotrajnog uzgoja, čovjek je selekcionirao životinje na što veću mliječnost, prirast i plodnost, te dugovječnost. U začetima uzgoja, selekcija se temeljila na odabiru životinja putem opaženih vrijednosti odnosno njihovog fenotipa. Tako je u primjeru odabira teladi za uzgoj, jedini kriterij selekcije bila odluka samog uzgajivača koje mu tele najbolje odgovara obzirom na izgled. I današnje metode selekcije se temelje na odabiru najboljih životinja. Međutim, današnjom selekcijom odabiremo za roditelje budućih generacija životinje sa najboljim genotipom. Imati najbolji genotip znači imati najbolju uzgojnu vrijednost odnosno onaj dio izmjerene vrijednosti koji se prenosi na potomke. Prema tome, selekcijom želimo odabrati životinje sa najboljom uzgojnom vrijednosti kako bi genetski unaprijedili populaciju i poboljšali željena svojstva. Za procjenu uzgojne vrijednosti potrebni su nam podaci na osnovi kojih se procjenjuje, informacije o koreliranim svojstvima i porijeklo. Na osnovi strukture podataka izaberemo metode procjene.

Cilj ovog rada je predstaviti pojam i upotrebu uzgojne vrijednosti uzgajivačima goveda i stručnim radnicima. Biti će predstavljena svojstva za koja se uzgojne vrijednosti procjenjuju, korišteni statistički modeli, postupak standardizacije uzgojnih vrijednosti kao i postupak dobivanja agregatne uzgojne vrijednosti koja se koristi za odabir životinja.

## 2. Uzgojna vrijednost

U uzgoju domaćih životinja, cilj je selekcije poboljšati fenotip životinje koristeći selekcijske metode. Fenotip je svaka izmjerena ili opažena vrijednost određenog svojstva. Izmjeriti možemo dnevnu količinu i sastav mlijeka, masu klaonički obrađenog trupa, opseg prsa, duljinu zdjelice, itd. Opaziti tj. subjektivno ocjeniti možemo duljinu i položaj sisa, klase mesa, prekrivenost trupa masnim tkivom, itd. To znači da kravi koja na dan kontrole daje 20 kg mlijeka i koja prilikom ocjene vanjštine ima duljinu sisa ocjenjenu ocjenom 6, navedene vrijednosti predstavljaju fenotip za navedena svojstva. Fenotipska vrijednost kao mjera ekspresije pojedinog svojstva uvjetovana je genotipom životinje i okolinom u kojoj se ona nalazi (preuzeto po Falconer i Mackey, 1996). Matematički zapis [1] izmjerene ili opažene vrijednosti nekog svojstva (fenotipa) jednak je zbroju genetske (genotipske) vrijednosti životinje i utjecaja okoline u kojoj se životinja nalazi.

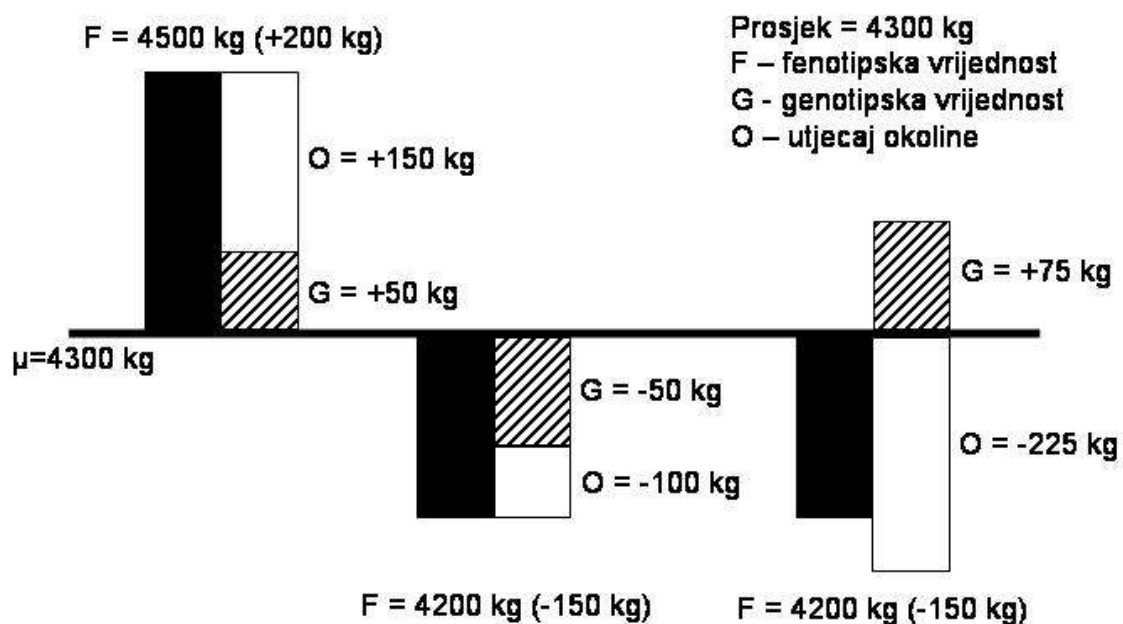
$$\text{Fenotip} = \text{Genotip} + \text{Okolina}$$

[1]

Genotip životinje se odnosi na skupni utjecaj svih gena kao i na kombinacije gena koji utječu na ekspresiju pojedinog svojstva. Ta se genetska vrijednost sastoji od

aditivne komponente koja se s roditelja prenosi na potomke te neaditivne (dominanca i epistaza) koja predstavlja interakcije tj. kombinacije između gena (preuzeto po Falconer i Mackey, 1996). Aditivnu genetsku vrijednost zovemo još i uzgojna vrijednost.

U okolišne čimbenike ubrajamo sve negenetske faktore kao što su dob životinje, godina, stado, sezona, način držanja, hrana, itd. Navedene čimbenike nikako ne smijemo zanemariti budući da oni imaju ovisno o svojstvu, veliki utjecaj na fenotip životinje (između 70-80%). Na okolišne čimbenike svojim radom utječe sam uzgajivač. Zajedničko djelovanje genotipa i okoline (Slika 1) možemo prikazati na primjeru količine mlijeka kod tri krave u standardnoj laktaciji. Prva krava je imala količinu mlijeka u laktaciji od 4500 kg, a druga i treća po 4200 kg. Prosječna količina mlijeka za ove tri krave iznosi 4300 kg. Prva krava je tako odstupala od prosjeka za +200 kg. Ovaj rezultat možemo pripisati pozitivnom odstupanju genetske vrijednosti tj. boljoj genetskoj predispoziciji prve krave za veću proizvodnju (+50 kg), te povoljnjoj okolini u kojoj ona proizvodi (+150 kg). Kod druge krave situacija je drugačija. Ona je u standardnoj laktaciji dala 4200 kg, a genetski potencijal za tu proizvodnju mlijeka je bio manji (-50 kg) od prosjeka populacije. Budući da je proizvodila u lošoj okolini je ta proizvodnja bila još manja. Treća krava dala je istu količinu mlijeka kao i druga, ali je njezina genotipska vrijednost bolja (+75 kg). Ta krava mogla bi dati više mlijeka, ali je zbog loše okoline (-225 kg) podbacila u proizvodnji obzirom na dobru genetsku predispoziciju. Primjer treće krave pokazuje da za dobre rezultate pored 'dobre genetike' trebamo i 'dobru okolinu'.



Slika 1. Shematski prikaz zajedničkog djelovanja genotipa i okoline na svojstvo količine mlijeka u standardnoj laktaciji kod tri krave (Bourdon, 1997)

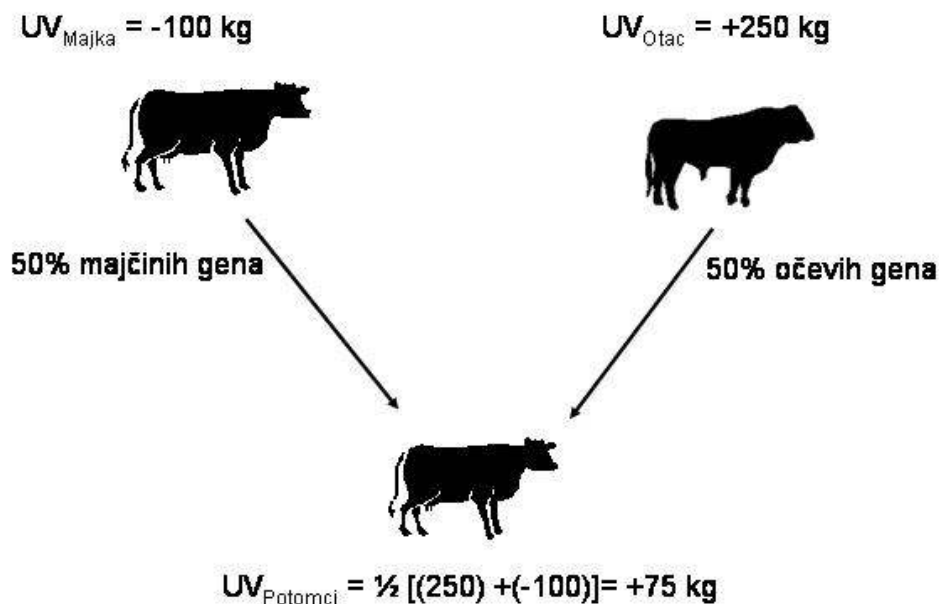
Prikaz zajedničkog djelovanja genotipa i okoline možemo prikazati i na primjeru proizvodnje holstein krava u različitim okolišnim uvjetima u Hrvatskoj. Tako holstein krave za ostvarenje visoke proizvodnje zahtjevaju kvalitetnu voluminoznu ali i koncentriranu hranu. To je jedan od razloga zašto se farme holstein krava uglavnom nalaze u području tj. 'dobrom okolišu' gdje je ovakvu hranu moguće proizvesti. Međutim, ako te iste krave preselimo na područje Like njihova će proizvodnja će se

drastično smanjiti. Zapravo, tamošnje pašno područje ne može osigurati dovoljno kvalitetnih hranjivih tvari za njihovu proizvodnju i zapravo predstavlja 'loš okoliš' za te krave.

Genetsku vrijednost ne znamo i to je ono što nam u praksi predstavlja problem. Zapravo, mi nju procjenjujemo na osnovi fenotipske vrijednosti odnosno kontrole proizvodnosti. Svaki roditelj na svog potomka prenese pola svojih gena tj. polovicu svoje aditivne (uzgojne) vrijednosti. Mi ne znamo koje će gene roditelji prenijeti na potomke, budući da je nasljeđivanje slučajan proces, te tako ne možemo poznavati pravu uzgojnu vrijednost. Međutim, možemo predvidjeti prosječnu uzgojnu vrijednost potomaka [2].

$$UV_{\text{potomak}} = \frac{1}{2} UV_{\text{otac}} + \frac{1}{2} UV_{\text{majka}}. \quad [2]$$

Očekivana vrijednost potomaka (slika 2) biti će jednaka prosjeku uzgojnih vrijednosti roditelja.



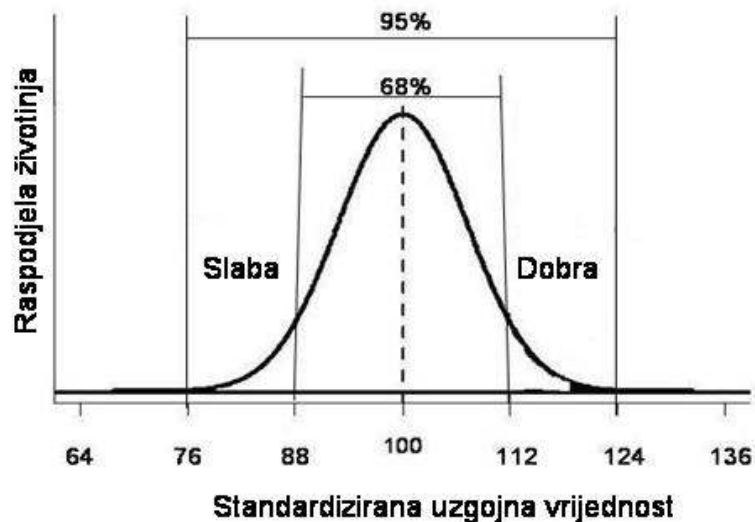
Slika 2. Prosjek (očekivanje) uzgojnih vrijednosti potomaka (Kapš, 2002.)

Uzgojne vrijednosti računaju se kao odstupanje od prosjeka usporedive (contemporary) grupe. Usporedivu grupu koja mora biti dovoljno velika, čine sve životinje rođene iste godine i u istoj sezoni. Prosjek (očekivanje) uzgojne vrijednosti usporedive grupe jednak je nuli. Kako je uzgojna vrijednost odstupanje od prosjeka, to znači da su neke životinje bolje ili slabije od prosjeka tj. imaju pozitivnu ili negativnu uzgojnu vrijednost. Ako kravu slabijeg genetskog potencijala za proizvodnju mlijeka (npr. njena je uzgojna vrijednost -100 kg ) osjemenjemo s bikom uzgojne vrijednosti +250 kg, tada očekujemo da će njihovi potomci imati uzgojnu vrijednost za proizvodnju mlijeka od +75 kg. Zapravo, to znači da će prosječni (očekivani) genetski potencijal proizvodnje mlijeka potomaka iznositi +75 kg, ali će isto tako biti potomaka koji će imati i manju i veću proizvodnju od prosječne tj. od +75 kg.

Procjena uzgojne vrijednosti temelji se na sličnosti srodnika. Za to trebamo fenotipske vrijednosti i porijeklo. Sličnost između svojstava opišemo strukturom varijance. Procjena uzgojne vrijednosti životinje se s vremenom može promijeniti kada za nju dobivamo nove informacije potomaka ili ostalih srodnika. Ako je selekcija

uspješna, povećava se genetski napredak i nove životinje postaju genetski bolje. To znači da bik koji je prije imao pozitivnu uzgojnu vrijednost će, uslijed genetskog napredka postati slabiji (prosječan) i trebat će ga zamjeniti. Međutim, isto tako je selekcija potrebna kako bi održali već postignuti nivo proizvodnje.

Standardizacija uzgojnih vrijednosti postupak je kojim se uzgojne vrijednosti zbog lakšeg razumjevanja i tumačenja za publikaciju, standardiziraju na određeni prosjek i standardnu devijaciju.



Slika 3. Raspodjela životinja prema standardiziranoj uzgojnoj vrijednosti sa prosjekom 100 i jednom standardnom devijacijom od 12 bodova

Izbor prosjeka i standardne devijacije stvar je dogovora. Na području srednje Evrope često se uzgojne vrijednosti standardiziraju na srednju vrijednost 100, dok odstupanje za jednu standardnu devijaciju iznosi +/-12 bodova (Slika 3). Tako se unutar intervala 88 i 112 bodova standardizirane uzgojne vrijednosti nalazi 68%, a unutar 76 i 124 nalazi se 95% svih opažanja.

Poznavajući genetske veze između životinja možemo procijeniti uzgojne vrijednosti za sve životinje. Neka svojstva kao što su svojstva mliječnosti se mogu pratiti samo kod ženskog spola (krava). To bi značilo da iako ne 'muzemo' muški spol (bikove), oni nose gene za svojstva mliječnosti i tako posredno procijenimo njihove uzgojne vrijednosti za ta svojstva. Isto tako zbog upotrebe osjemenjivanja, bikovi često imaju veliki broj potomka i time više informacija za procjenu uzgojne vrijednosti. Veća količina informacija se odražava u točnijim procjenama uzgojnih vrijednosti.

Prilikom procjene uzgojnih vrijednosti izračunavaju se točnost (eng. accuracy) te pouzdanost (eng. reliability) procjene uzgojnih vrijednosti. Točnost predstavlja korelaciju između prave i procjenjene uzgojne vrijednosti. Pouzdanost je kvadrirana točnost tj. kvadrirana korelacija između prave i procjenjene uzgojne vrijednosti. Uvelike se prilikom procjene uzgojnih vrijednosti koristi pouzdanost kao mjera koja govori o količini informacija sadržanih pri genetskom vrednovanju životinja.

Uzgajivači često žele poboljšati – promijeniti više svojstva istovremeno. U tom slučaju se procijene uzgojne vrijednosti za pojedina svojstva koje se potom kombiniraju i

izražavaju u jednoj vrijednosti koju često zovemo indeks ili agregatna uzgojna vrijednost (AUV). Indeks izračunamo tako da uzgojnu vrijednost pomnožimo sa ekonomskom težinom za dano svojstvo. Za izračun ekonomskih težina koriste se posebni ekonomski modeli koji u obzir uzimaju formiranu tržišnu cijenu određenog proizvoda. Temeljem Programa uzgoja goveda u Republici Hrvatskoj (Caput i sur., 2008) agregatna uzgojna vrijednost ili indeks se formira unutar svojstava mliječnosti kod simentalke i holstein pasmine, svojstava neto prirasta i kakvoće trupova na liniji klanja za simentalSKU pasminu, te svojstava vanjšTine holstein pasmine koristeći relativne ekonomske međuodnose svojstava.

Unutar svojstava mliječnosti se računa agregatna uzgojna vrijednost ili tzv. indeks bjelančevine:mast (IBM) [3] temeljem standardizirane uzgojne vrijednosti (SUV) uz relativni međuodnos važnosti količine mliječne masti i bjelančevina 20:80.

$$IBM = 0.20 \times SUV_{\text{mliječna mast}} + 0.80 \times SUV_{\text{bjelančevine}} \quad [3]$$

Agregatna uzgojna vrijednost ili tzv. indeks mesnatosti (IMes) [4] za simentalSKU pasminu uključuje standardizirane uzgojne vrijednosti (SUV) za neto dnevni prirast i klase gdje je relativni međuodnos važnosti svojstava u omjeru 70:30.

$$IMes = 0.70 \times SUV_{\text{neto dnevni prirast}} + 0.30 \times SUV_{\text{klase}} \quad [4]$$

Indeks vanjšTine računa se za holstein pasminu [5] na osnovi standardizirane uzgojne vrijednosti (SUV) za skupne ocjene okvira, mliječnog karaktera, nogu i vimena koje imaju relativne ekonomske međuodnose u omjeru 20:15:25:40

$$I_{\text{vanjšTine}} = 0.20 \times SUV_{\text{okvir}} + 0.15 \times SUV_{\text{mliječni karakter}} + 0.25 \times SUV_{\text{noge}} + 0.40 \times SUV_{\text{vime}} \quad [5]$$

Agregatni je genotip prema tome definiran kao funkcija aditivne genetske vrijednosti svojstava koja su definirana kao uzgojni cilj. U skladu sa uzgojnim programom, tim svojstvima dajemo određenu ekonomsku težinu kako bi ostvarili ekonomsku (gospodarsku) dobit.

### 3. Procjena uzgojnih vrijednosti u Hrvatskoj

Genetsko vrednovanje u Hrvatskoj se provodi po istim načelima kao i u ostalim državama članicama ICAR-a, Međunarodnog komiteta za kontrolu proizvodnje (engl. ICAR - International Committee for Animal Recording; ICAR, 2005). Temelji se na metodologiji mješovitih linearnih modela (engl. MMM – mixed model methodology) te se kao rezultat dobije najbolja linearna nepristrana procjena (engl. BLUP - Best Linear Unbiased Prediction; Henderson, 1973). Korištenjem mješovitog modela istovremeno se procjenjuju sistematski okolišni utjecaji (spol, dob, godina, sezona) i predviđaju slučajni utjecaji (životinja), odnosno se uzgojne vrijednosti procjenjuju uz istovremenu korekciju podataka na druge poznate utjecaje. Mješoviti model u kojem se istovremeno procjenjuju uzgojne vrijednosti i bikova i krava, uz korištenje porijekla kojim se ostvaruju genetske veze između životinja zove se animal model. Jednostavnije rečeno, animal modelom se procjenjuju uzgojne vrijednosti svih životinja uključenih u model, odnosno uzgojne vrijednosti životinja koje imaju mjerenja kao i onih bez temeljem povezanosti preko porijekla.

Procjena uzgojnih vrijednosti u Hrvatskoj se provodi na svojstva:

- Količine mliječne masti i proteina;
- Neto prirasta i klase mesa;
- Vanjštine.

Osnova su svake procjene podaci, odnosno fenotipske vrijednosti te struktura porijekla. Za svojstva mliječnosti (količinu mlijeka, postotak mliječne masti i bjelančevina, broj somatskih stanica) su postupci i procedure u provedbi kontrole i vrednovanja proizvodnih svojstava standardizirani od strane ICAR-a. Tako se podaci o laktacijskim zaključcima dobivaju temeljem kontrole mliječnosti i to AT4 metode na obiteljskim gospodarstvima te BT4 metodom na većini velikih farmi. Informacije tj. podatke za svojstva vanjštine dobivamo ocjenom vanjštine goveda koja se temelji se linearnoj ocjeni pojedinih svojstava, tzv. 'Sustavom 97'. Podaci o svojstvima kakvoće trupova i polovica dobivaju se sa linije klanja.

Pored podataka, važan izvor informacija za gentsko vrednovanje je porijeklo životinje. Pomoću njega se određuju genetske veze između životinja. Potrebno je voditi računa da svaka životinja ima jedinstveni identifikacijski broj, da su za sve životinje korektno upisani podaci za oca i majku te datum rođenja. Točnost podataka omogućit će uspoređivanje životinja iz različitih stada i generacija te praćenje genetskog trenda.

Također je potrebno pravilno procijeniti parametre disperzije tj. komponente (ko)varijance ili njihove omjere (heritabiliteti, korelacije). Tako nam heritabilitet kao omjer genotipske i fenotipske varijance govori koliki je udio ukupne varijabilnosti za dano svojstvo pod aditivnim genetskim utjecajem. Svojstva mliječnosti imaju heritabilitet oko 0.30. To znači da je 30% opažene varijabilnosti uvjetovana genotipom, a preostali dio varijabilnosti uzrokuje okolišni čimbenici.

Pri procjeni uzgojnih vrijednosti jako važnu ulogu igra kakvoća podataka. Veliku pozornost treba dati sređivanju podataka i porijekla, što je neprekidan posao i iziskuje puno vremena i truda. Potrebno je voditi računa o pravilnom upisivanju porijekla životinje, spriječiti dupli upis pojedinih podataka kao i nelogične vrijednosti za pojedina svojstva.

Sve gore navedene značajnosti se uzimaju u obzir prilikom procjene uzgojne vrijednosti u Hrvatskoj. Podaci su pripremaju i pročišćavaju od nelogičnih vrijednosti koristeći statistički paket SAS, dok je razvoj sistematskog dijela modela tj. provjera značajnosti i uključenje pojedinih sistematskih okolišnih utjecaja u model izvršena procedurom GLM po metodi najmanjih kvadrata (SAS Inst. Inc., 2001). Komponente varijance su procjenjene na vlastitoj populaciji koristeći programski paket VCE-5 (Kovač i Groeneveld, 2002). PEST program (Groeneveld i sur., 1990) je korišten za kodiranje podataka i procjenu uzgojnih vrijednosti.

### **3.1. Procjena uzgojnih vrijednosti za svojstva mliječnosti**

Uzgojna vrijednost se procjenjuje za simentalSKU i holstein pasminu na temelju podataka o proizvodnji mlijeka krava u standardnoj 305-danskoj laktaciji. Statistički model za procjenu koji koristi informacije o laktacijskim zaključcima zove se laktacijski animal model. Budući da se uzgojna vrijednost procjenjuje posebno za

svako svojstvo definirano uzgojnim programom (Caput i sur., 2008) i posebno za prvu, drugu, treću i ostale laktacije govorimo o univarijatnom laktacijskom modelu. Uzgojne se vrijednosti procjenjuju za svojstva:

- Količinu mliječne masti i proteina (kg) ;
- Dodatno, za svojstva količine mlijeka (kg) i sadržaja mliječne masti i proteina (%).

Model za genetsko vrednovanje je razvijen 2004. godine suradnjom Odjela za uzgoj, selekciju i razvoj govedarstva HSC-a sa prof.dr. Miroslavom Kapšom sa Agronomskog fakulteta u Zagrebu. Statistički model [6] za procjenu uzgojne vrijednosti za navedena svojstva (Kapš i Špehar, 2004) uključuje dob kod prvog telenja ( $T_i$ ), duljinu servis razdoblja ( $D_j$ ), interakciju godine i sezone ( $S_k$ ), te interakciju uzgojne organizacije i godine ( $O_l$ ) kao fiksne utjecaje sa razredima. Slučajni dio modela uključuje interakciju farme i godine ( $hy_{lm}$ ) te direktni aditivni utjecaj životinje ( $a_{ijklmn}$ ).

$$y_{ijklmn} = \mu + T_i + D_j + S_k + O_l + hy_{lm} + a_{ijklmn} + e_{ijklmn} \quad [6]$$

U ukupnoj uzgojnoj vrijednosti za pojedino svojstvo svaka laktacija ima jednak doprinos od 1/3 uzgojne vrijednosti. Pored apsolutnih se uzgojne se vrijednosti izražavaju i u relativnim vrijednostima sa prosjekom 100 i jednom standardnom devijacijom od 12 bodova. Nakon izračuna i standardizacije uzgojnih vrijednosti izračuna se kako je prethodno navedeno, agregatna uzgojna vrijednost ili tzv. indeks bjelančevine:mast (IBM).

Navedenim postupkom dobije se agregatna uzgojna vrijednost za sve životinje uključene u model. Tako se za bikove uzgojna vrijednost procjenjuje pored informacija dobivenih od srodnika i na temelju informacija o zaključenim laktacijama njihovih kćeri. Za prvu objavu rezultata uzgojne vrijednosti bika za svojstva mliječnosti potrebno je minimalno deset laktacijskih zaključaka njegovih kćeri. Veća količina informacija dobivenih od srodnika, te veći broj kćeri po biku, znači veću pouzdanost procjene i manje promjene procjenjenih uzgojnih vrijednosti između uzastopnih objava rezultata. Procjena uzgojnih vrijednosti pri malom broju kćeri između uzastopnih obrada značajno će varirati.

Kako bi pratili svjetski trend i novosti glede procjene uzgojnih vrijednosti, trenutno je u izradi i testiranju tzv. test-day model za procjenu uzgojnih vrijednosti. Ovaj model za razliku od laktacijskog, koristi zapise o količini mlijeka na dan kontrole. Zato se uzgojna vrijednost može procijeniti prije završetka i zaključenja laktacije, već nakon nekoliko kontrola mliječnosti. Prednosti su ovog modela i u boljem modeliranju podataka, a kako imamo više informacija za pojedinu životinju (više kontrola) je i točnost procjene veća. Na osnovi točnijeg genetskog vrednovanja, uzgajivači bi mogli donošenjem pravovremenih odluka da li će pojedinu životinju izlučiti ili ostaviti u daljenjem uzgoju ostvariti što bolje proizvodne rezultate.

### **3.2. Procjena uzgojnih vrijednosti za svojstva neto prirasta i kakvoće goveđih trupova i polovica na liniji klanja**

Za navedena svojstva genetski se vrednuje samo simentalska pasmina. Pri izračunu uzgojne vrijednosti za svojstva neto prirasta i kakvoće goveđih trupova i polovica na

liniji klanja, koriste se podaci o klaoničkim svojstvima mladih bikova starosti između 12 i 24 mjeseci (A kategorija) dobivenih iz komercijalnih klaonica. Uzgojne se vrijednosti procjenjuju za svojstva:

- neto prirast;
- klase mesa (E, U, R, O i P);
- Dodatno, za svojstva masa klaonički obrađenog trupa te prekrivenost trupa masnim tkivom (1 – 5).

Model za genetsko vrednovanje (Špehar i sur., 2007) definiran je suradnjom Odjela za uzgoj, selekciju i razvoj govedarstva HSC-a sa prof. dr. Milenom Kovač i znanstvenim suradnikom dr. Špelom Malovrh sa Biotehniške fakultete, Oddelka za zootehniku iz Ljubljane. Statistički model [7] za procjenu neto prirasta i mase klaonički obrađenog trupa uključuje županiju ( $Z_i$ ) i sezonu klanja ( $S_j$ ) kao fiksne utjecaje sa razredima, dok je starost kod klanja ( $x_{ijk}$ ) opisana kvadratnom regresijom. Slučajni dio modela uključuje direktni aditivni utjecaj životinje ( $a_{ijk}$ ).

$$y_{ijk} = \mu + Z_i + S_j + b_I(x_{ijk} - \bar{x}) + b_{II}(x_{ijk} - \bar{x})^2 + a_{ijk} + e_{ijk} \quad [7]$$

Model [8] za svojstva klase mesa i prekrivenosti trupa masnim tkivom se od gore navedenog razlikuje po tome što umjesto županije uključuje interakciju klaonice i kontrolora ( $K_i$ ) kao fiksni utjecaj sa razredima.

$$y_{ijk} = \mu + K_i + S_j + b_I(x_{ijk} - \bar{x}) + b_{II}(x_{ijk} - \bar{x})^2 + a_{ijk} + e_{ijk} \quad [8]$$

I za svojstva neto prirasta i kakvoće trupova i polovica na liniji klanja se pored apsolutnih izražavaju i relativne uzgojne vrijednosti sa prosjekom 100 i jednom standardnom devijacijom od 12 bodova, te računa agregatna uzgojna vrijednost ili tzv. indeks mesnatosti (IMes) kako je to prikazano formulom [4].

Navedenim postupkom dobije se agregatna uzgojna vrijednost za sve životinje uključene u model. Za prvu objavu rezultata uzgojne vrijednosti bika za svojstva neto prirasta i klasa mesa, pored informacija dobivenih od srodnika potrebno je minimalno deset sinova po biku ocjenjenih na liniji klanja.

### 3.3. Procjena uzgojnih vrijednosti za svojstva vanjštine

Uzgojna vrijednost se procjenjuje za životinje simentalske i holstein pasmine. Zbog korištenja osjemenjivanja, bikovi mogu vrlo brzo proširiti nepoželjna svojstva kao što su eksterijerne greške. Ocjenjujući vanjštinu krava i procjenjujući uzgojne vrijednosti za svojstva vanjštine smanjujemo mogućnost njihovog širenja. Ujedno su svojstva vanjštine povezana sa ostalim svojstvima kao što su lakoća telenja i dugovječnost koja dobivaju sve veći značaj u uzgojnim programima.

Kod holstein pasmine se uzgojne se vrijednosti pojedinačno računaju za 17 svojstava koja su ocjenjena linearno. To su visina križa, dubina trupa, položaj zdjelice, širina zdjelice, putice, suspenzorni ligament, dubina vimena, položaj zadnjih sisa, duljina sisa, širina prsa - snaga, mliječni karakter, zadnje noge - pogled odostraga, zadnje



noge - pogled sa strane, vezanost prednjeg vimena, visina zadnjeg vimena, smještaj prednjih sisa, , širina zadnjeg vimena. Genetski se vrednuju skupne ocjene za okvir, noge, vime i mliječni karakter, ali se one za razliku od skupnih ocjena za simentalSKU pasminu ocjenjuju linearno.

Kod simentalSKU pasmine se uzgojne se vrijednosti pojedinačno računaju za 21 svojstvo. Prvih 9 svojstava jednaka su kao i kod holsteina, a ostala su duljina leđa, duljina zdjelice, opseg prsa, mišićavost, kut skočnog zgloba, izraženost skočnog zgloba, visina papaka, duljina prednjeg vimena, duljina zadnjeg vimena, visina zadnjeg vimena, debljina sisa te razmak između prednjih sisa. Pored pojedinačnih ocjena genetski se vrednuju i skupne ocjene, i to za okvir (izračunata temeljem pojedinačnih ocjena visine, duljine, širine i dubine trupa sa relativnim međuodnosom važnosti svojstava u omjeru 3:1:1:1), noge (dobiva se iz pojedinačnih ocjena za kut i izraženost skočnog zgloba, ocjene za putice i ocjene za visinu papaka sa relativnim međuodnosom važnosti navedenih svojstava u omjeru 3:3:1:1), vime (izračunata temeljem pojedinačnih ocjena za duljinu prednjeg i zadnjeg vimena, dubinu vimena, suspenzorni ligament, visinu vimena, duljinu, debljinu i položaj sisa gdje je relativni međuodnos važnosti svojstava 2:2:2:1:1:1:1:1), te skupna ocjena za mišićavost koja je jednaka pojedinačnoj ocjeni za mišićavost.

Model za genetsko vrednovanje je razvijen 1999. godine suradnjom Odjela za uzgoj, selekciju i razvoj govedarstva HSC-a sa prof.dr. Miroslavom Kapšom i doc. dr. Marijanom Posavi (Kapš i sur., 1999) sa Agronomskog fakulteta u Zagrebu. Statistički model [9] za procjenu svojstava okvira, mišićavosti i nogu uključuje utjecaj ocjenjivača ( $E_i$ ), sezonu ocjene ( $S_j$ ), dob kod prvog telenja ( $T_k$ ) kao fiksne utjecaje sa razredima. Slučajni dio modela uključuje direktni aditivni utjecaj životinje ( $a_{ijkl}$ ).

$$y_{ijkl} = \mu + E_i + S_j + T_k + a_{ijkl} + e_{ijkl} \quad [9]$$

Statistički model [10] za procjenu svojstava vimena pored navedenih, uključuje i utjecaje stadija laktacije ( $L_l$ ) te vremena mužnje ( $T_m$ ) kao fiksne utjecaje sa razredima.

$$y_{ijklmn} = \mu + E_i + S_j + T_k + L_l + T_m + a_{ijklmn} + e_{ijklmn} \quad [10]$$

Uzgojne se vrijednosti standardiziraju na srednju vrijednost 100 i standardnu devijaciju od 12 bodova. Kod holsteina se računa agregatna uzgojna vrijednost tj. indeks vanjštine po formuli [5]. Za prvu objavu rezultata uzgojne vrijednosti bika za svojstva vanjštine potrebno je pored informacija dobivenih od srodnika minimalno ocjeniti vanjštinu 10 prvotelki.

#### 4. Zaključak

Umjesto zaključka ponovit ćemo bitne činjenice za razumijevanje pojma i korištenja uzgojne vrijednosti:

- U Hrvatskoj se za potrebe selekcije, uzgojna vrijednost procjenjuje za svojstva mliječnosti, kakvoće mesa i vanjštine;

- Kod životinja moguće je izmjeriti samo fenotipsku vrijednost;
- Uzgojne se vrijednosti mogu izračunati iz podataka (fenotipskih vrijednosti) i porijekla uz predhodno izračunate parametre disperzije koristeći metodologiju mješovitih linearnih modela;
- Uzgojna vrijednost (aditivna genotipska vrijednost) predstavlja onaj dio genetske vrijednosti koji se prijenosi na potomke. Utjecaji okoliša se ne prenose na slijedeću generaciju. Za njih je odgovoran sam uzgajivač;
- Poznavajući porijeklo, uzgojne vrijednosti možemo procijeniti i za životinje bez fenotipskih podataka (npr. uzgojna vrijednost za količinu mlijeka za bikove);
- Budući da očevi imaju više potomaka u odnosu na krave (više informacija), njihova je uzgojna vrijednost točnije procijenjena;
- Uzgojne vrijednosti se radi lakšeg razumjevanja publiciraju sa prosjekom od 100 i jednom standardnom devijacijom od 12 bodova
- Uzgojne vrijednosti više svojstava možemo izraziti u jednoj vrijednosti koju zovemo indeks (agregatna uzgojna vrijednost), koja koristeći relativne ekonomske međudnose svojstava omogućava ekonomski efikasnu selekciju na više svojstva istovremeno;
- Agregatna uzgojna vrijednost se upotrebljava za odabir životinja.

Adresa autora;

Marija Špehar  
Hrvatski stočarski centar  
Odjel za Uzgoj, selekciju i razvoj govedarstva  
Ilica 101, 10000 Zagreb  
e-mail: [mspehar@hssc.hr](mailto:mspehar@hssc.hr)

Špela Malovrh  
Oddelek za zootehniko  
Biotehniška Fakulteta  
Univerza v Ljubljani  
Groblje 3, 1230 Domžale, Slovenija  
e-mail: [spela.malovrh@bfro.uni-lj.si](mailto:spela.malovrh@bfro.uni-lj.si)

Milena Kovač  
Oddelek za zootehniko  
Biotehniška Fakulteta  
Univerza v Ljubljani  
Groblje 3, 1230 Domžale, Slovenija  
e-mail: [milena.kovac@bfro.uni-lj.si](mailto:milena.kovac@bfro.uni-lj.si)

Korištena literatura se nalazi kod autora.