



## PROCJENA UZGOJNIH VRIJEDNOSTI ZA SVOJSTVA MLIJEČNOSTI U KOZARSTVU

Dr.sc. Gregor Gorjanc, Dr. sc. Marija Špehar

**Dobro je poznata činjenica da geni utječu na različita svojstva. Genetski utjecaj vidimo kao fenotipsku sličnost srodnika (blizanci, braća i sestre, ...) s jedne, te kao fenotipsku različitost nesrodnih jedinki s druge strane (fenotip - skup svih vidljivih i mjerljivih značajki organizma nastalih kao posljedica njegova genotipa i interakcije s činiocima iz okoline). Što je jači utjecaj gena, to je veća sličnost srodnika i obrnuto.**

Uzgajivači utjecaj gena koriste posredno, još od vremena udomaćivanja domaćih životinja. Da bi postigli što veću proizvodnju i na taj način što više „zaradili“, uzgajivači su selekciju vršili na što bolju plodnost, što veća legla, što veću mliječnost, rast, vitalnost, dugovječnost ... Od začetaka uzgoja pa do danas, kroz dugi niz godina, postignut je veliki napredak. Unatoč dugom trajanju selekcije, još uvijek ima puno varijabilnosti (različitosti), koja se može iskoristiti za daljnji napredak. Današnje metode selekcije, kao i nekad, temelje se na odabiru najboljih životinja. Bitna je razlika u selekciji jučer i danas u tome što danas imamo preciznije podatke, a razvijene su i metode za procjenu uzgojnih vrijednosti. Cilj ovog članka je uzgajivačima koza i ovaca predstaviti pojam i uporabu uzgojne vrijednosti, te na kraju slikovito opisati kako se uzgojne vrijednosti računaju i koriste za selekciju svojstava mliječnosti na primjeru kozarstva u Republici Sloveniji.

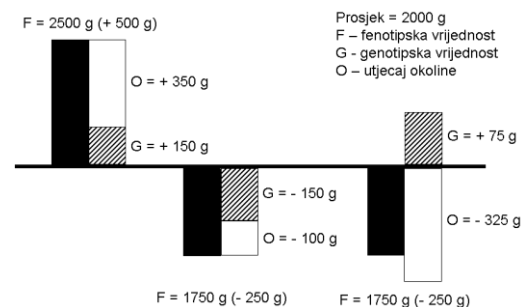
### Uzgojna vrijednost

Što je to uzgojna vrijednost? Da bi mogli odgovoriti na to pitanje, najprije moramo spomenuti rad engleskog matematičara i genetičara R. A. Fisher-a. On je 1918. godine postavio temelje kvantitativne (biometrijske) genetike. Njegova ideja je bila, da rezultat koji mi vidimo/izmjerimo (fenotipska vrijednost) možemo matematički zapisati [1] kao zbroj prosječne vrijednosti za fenotipsko opažanje u populaciji, genotipske vrijednosti životinje i vrijednost okoline u kojoj se životinja nalazi. Utjecaj okoline često se zove nepoznati ili ostatak koji se ne može objasniti. Ako držimo životinje u različitim uvjetima, za svaku grupu životinja može se odvojeno izračunati prosjek grupe i tako korigirati utjecaj okolišnih uvjeta na fenotipske vrijednosti.

$$\text{Fenotip} = \text{Prosjeck} + \text{Genotip} + \text{Okolina} \quad [1]$$

To možemo prikazati na primjeru dnevne količine mlijeka kod prve kontrole nakon jarenja za tri koze (slika 1). Prva koza je imala dnevnu količinu mlijeka 2500 g, a druga i treća po 1750 g. Prosjek ova tri podatka iznosi 2000 g. Prva koza je tako od prosjeka odstupala za + 500 g. Ovaj rezultat možemo pripisati pozitivnom

odstupanju genotipske vrijednosti prve koze (+ 150 g), te dobroj okolini (+ 350 g). Kod druge koze situacija je potpuno obrnuta. Treća koza dala je istu količinu mlijeka kao druga koza, ali je njezina genotipska vrijednost bolja (+ 75 g). Ta koza mogla bi dati više mlijeka, ali je bila u nepovoljnijoj okolini (- 325 g). Može se dogoditi i obrnuto; negativna genotipska vrijednost i jak pozitivan utjecaj okoline rezultiraju u dobroj fenotipskoj vrijednosti. Primjer treće koze nam jasno govori, da za dobre rezultate pored „dobre genetike“ trebamo i „dobru okolinu“.



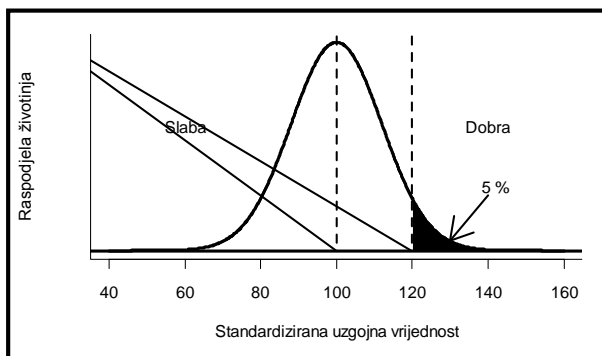
**Slika 1** - Shematski prikaz djelovanja genotipa i okoline na dnevnu količinu mlijeka kod tri koze - preuzeto prema Bourdon (1997)

Praktični problem kod gore navedenog primjera je da genotipsku vrijednost na žalost ne znamo. Sve što znamo je fenotipska vrijednost - vrijednost koju dobijemo pomoću kontrole proizvodnosti životinja. Nadalje, genotipska vrijednost predstavlja skupni utjecaj svih gena koje životinja nosi. Diploidne životinje dobiju gene od oca i majke. Ti geni se „spajaju“ u genotipove. Kad životinja prenosi svoj genetski materijal na svoje potomstvo, prenose se pojedini geni, ali ne i genotipovi. Tako za selekciju, genotipska vrijednost nije „najbolja“ vrijednost. Zapravo, za selekciju trebamo vrijednost koja nam opisuje vrijednost gena. To možemo matematički riješiti tako da genotipsku vrijednost podijelimo na vrijednost koja opisuje aditivnu, te vrijednost koja opisuje neaditivnu utjecaj gena. Aditivnu genetsku vrijednost zovemo i uzgojna vrijednost, jer se samo taj dio genotipske vrijednosti prenosi na potomstvo i koristi pri odabiru i daljnjem uzgoju. Rezultati mnogih genetskih analiza pokazali su, da uzgojna vrijednost često obuhvaća najveći dio cijele genotipske vrijednosti.

Za izračun uzgojnih vrijednosti razvijen je veći broj metoda. Danas se kao standard upotrebljava statistička metoda, koju zovemo BLUP (Best Linear Unbiased Prediction – najbolje linearno nepristrano predviđanje). Ovom metodom se istovremeno upotrebljavaju fenotipske vrijednosti, statistički model, porijeklo i genetski parametri za analizirana svojstva u danoj populaciji. Slikovito možemo metodu opisati u slijedećim koracima, iako to nisu baš koraci u pravom smislu, budući da BLUP metoda napravi sva tri „koraka“ u isto vrijeme:

- fenotipske vrijednosti se korigiraju na utjecaje u statističkom modelu (prosjeak, pasmina, dob životinje, stado, ...),
- porijeklo omogućava izdvojiti uzgojne vrijednosti iz korigiranih fenotipskih vrijednosti,
- genetski parametri (heritabiliteti i genetske korelacije) određuju koliki dio korigiranih fenotipskih vrijednosti (slika 1) se odnosi na uzgojnu vrijednost.

Uzgojne vrijednosti izračunate su kao odstupanje od prosjeka usporedive grupe. To znači da neke životinje imaju pozitivnu a druge negativnu uzgojnu vrijednost. Zbog lakšeg korištenja i razumijevanja, uzgojne se vrijednosti pri publiciranju često standardiziraju na određeni prosjeak i standardnu devijaciju. Izbor prosjeka i standardne devijacije stvar je dogovora između uzgajivača. Na području srednje Europe često se uzgojne vrijednosti standardiziraju na srednju vrijednost 100 uz standardnu devijaciju od 12 bodova. U takvom slučaju (slika 2) znamo, da oko 15 % najboljih životinja ima uzgojnu vrijednost veću od 112, a oko 5 % najboljih životinja uzgojnu vrijednost veću od 120.



**Slika 2** - Raspodjela životinja prema standardiziranoj uzgojnoj vrijednosti sa prosjekom 100 i jednom standardnom devijacijom od 12

Uzgojne vrijednosti se upotrebljavaju za odabir najboljih životinja, koje će uzgajivači koristiti kao očeve i majke slijedeće generacije. Odabirom takvih životinja, povećava se uzgojna vrijednost životinja u slijedećoj generaciji a posljedično i fenotipska vrijednost. Na taj način dobivamo superiornije životinje.

Očekivanu uzgojnu vrijednost potomka možemo izračunati kao prosjeak uzgojnih vrijednosti oca i majke

[2], znači kao zbroj polovice uzgojne vrijednosti oca i polovice uzgojne vrijednosti majke:

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

Zašto kažemo očekivana uzgojna vrijednost potomka? Proces prijenosa gena je slučajni proces - potomci dobiju od oca i od majke samo jedan od dvije kopije gena. Tako se može dogoditi, da je realizirana uzgojna vrijednost potomka manja ali i veća od prosjeka uzgojnih vrijednosti roditelja.

Za neka svojstva se mogu podaci sakupljati samo kod jedne skupine životinja. Ako poznamo genetske veze između životinja u toj skupini i izvan nje, možemo procijeniti uzgojne vrijednosti za sve životinje. Najčešći primjer za to su svojstva mliječnosti, koja se mogu pratiti samo kod grla ženskog spola. Iako ne „muzemo“ muški spol (jarčeve, ovnove), oni nose gene za svojstva mliječnosti i tako posredno procijenimo i njihove uzgojne vrijednosti za ta svojstva.

U stočarstvu muški spol često ima veliki broj potomaka zbog korištenja umjetnog osjemenjivanja ili haremskog pripusta. Na taj način preko potomaka tih rasplodnjaka dobivamo veliki broj informacija i o njima samima. Zato imamo više podataka - informacija za procjenu uzgojne vrijednosti rasplodnjaka. Veća količina informacija jamči točniju procjenu uzgojnih vrijednosti. Točnost ili pouzdanost se izračunava prilikom procjene uzgojnih vrijednosti.

Uzgajivači često žele istovremeno promijeniti više svojstava. U tom slučaju procijene se uzgojne vrijednosti za pojedina svojstva koje se potom kombiniraju i izražavaju u jednoj brojci, koju često zovemo indeks ili agregatna uzgojna vrijednost (AUV). Indeks izračunamo tako, da svaku uzgojnu vrijednost pomnožimo sa ekonomskom težinom za dato svojstvo. Pretpostavimo primjer za dva svojstva. Izračunali smo uzgojne vrijednosti za svako svojstvo (UV1 i UV2) i napravili standardizaciju. Ako želimo isti selekcijski pritisak na oba svojstva, agregatnu uzgojnu vrijednost bi izračunali putem slijedeće formule:

$$AUV = \frac{1}{2} UV1 + \frac{1}{2} UV2 \quad [3]$$

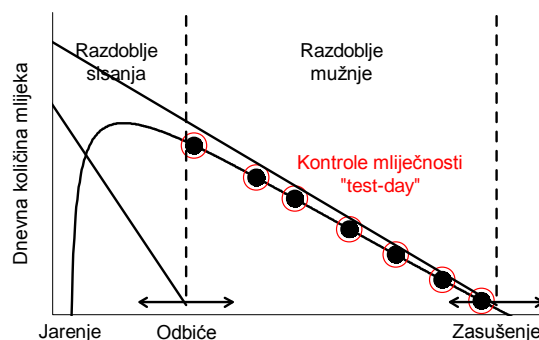
Kada želimo pojačati selekciju na prvo svojstvo, možemo povećati ekonomsku težinu za prvo svojstvo i na primjer izračunati agregatnu uzgojnu vrijednost putem slijedeće formule:

$$AUV = \frac{2}{3} UV1 + \frac{1}{3} UV2. \quad [4]$$

## Uzgojne vrijednosti za svojstva mliječnosti u kozarstvu

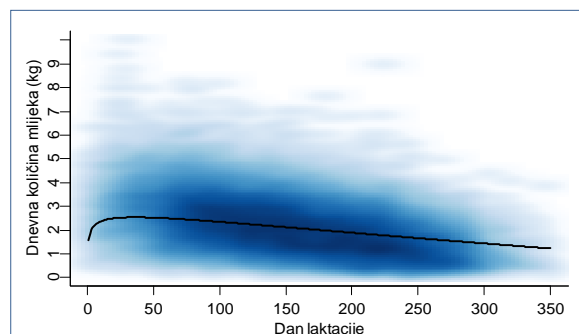
Za procjenu uzgojnih vrijednosti za svojstva mliječnosti u kozarstvu pa i u ovčarstvu upotrebljavaju se isti principi kao i u govedarstvu. Najprije trebamo podatke - fenotipske vrijednosti (količinu mlijeka, postotak mliječne masti i bjelančevina i broj somatskih stanica) i porijeklo. Sakupljanje tih podataka kod mliječnih životinja je vrlo dobro standardizirano s procedurama međunarodne organizacije za kontrolu proizvodnje - ICAR-a, (<http://www.icar.org>). ICAR propisuje metode kontrole mliječnosti ali i metode izračuna količine mlijeka u cijeloj laktaciji. Nekada se procjena uzgojnih vrijednosti vršila na bazi rezultata cijele laktacije – laktacijske mliječnosti. Kod koza i ovaca je ovaj pristup nekako problematičniji nego kod goveda. Kod koza i ovaca jarad/janjad često siše mlijeko (slika 3) i tada u pravilu nema mužnje i kontrole mliječnosti. Između uzgajivača često postoje značajne razlike u dužini trajanja sisanja. Tako je usporedba količine mlijeka u cijeloj laktaciji uvijek problematična.

Ptak i Schaeffer (1993) prvi su uporabili tako zvani test-day model, gdje se za procjenu uzgojnih vrijednosti ne koristi količina mlijeka u cijeloj laktaciji nego količina mlijeka kod pojedinih kontrola mliječnosti – dnevna količina mlijeka. Prednosti test-day modela su u boljem modeliranju podataka (korigiramo fenotipske vrijednosti na dan mjerenja), većem broju podataka na životinju i posljedično većom točnošću procjene uzgojne vrijednosti. Dodatna prednost test-day modela je u tome, da nije potrebno čekati do kraja laktacije. Uzgojne vrijednosti možemo procijeniti već nakon nekoliko kontrola mliječnosti. Kod koza i ovaca to je naročito dobro, jer mogu uzgajivači već prije pripusta na jesen izabrati najboljeg jarca/ovna na osnovi procijenjenih uzgojnih vrijednosti. Ta činjenica skraćuje generacijski interval a tako povećava genetski napredak u jednoj godini. Test-day model je danas standardni statistički model za analizu svojstva mliječnosti kod krava, koza i ovaca u cijelom svijetu. Uzgojne vrijednosti se još uvijek računaju koristeći metodu BLUP, a pomoću test-day modela se bolje napravi „korekcija“ fenotipskih vrijednosti. U nastavku, na kratko ćemo predstaviti kako se uzgojne vrijednosti za svojstva mliječnosti kod koza računaju i koriste u Sloveniji.



**Slika 3** - Shema laktacijske krivulje i vezanih događaja kod koza i ovaca

Prve procjene uzgojnih vrijednosti kod koza test-day modelom u Sloveniji napravili su Andonov i sur. (1994) a njihov rad nastavili su Brežnik i sur. (2000). Procjene uzgojnih vrijednosti se kod koza i ovaca u Sloveniji rade rutinski koristeći test-day model i metodu BLUP. Statistički (test-day) model uključuje slijedeće utjecaje: pasminu, stadij (dan) laktacije, redoslijed laktacije, veličinu legla, interakciju između stada i sezone jarenja, permanentni utjecaj životinje te aditivni genetski utjecaj.



**Slika 4** - Laktacijska krivulja za alpsku pasminu u Sloveniji

Na slici 4 prikazan je najznačajniji utjecaj na dnevnu količinu mlijeka, stadij laktacije. Ostali utjecaji su svakako važni ali ni jedan, osim uzgajivača odnosno stada nema tako jak utjecaj. Kod koza i ovaca utjecaj dana laktacije je još i jače izražen nego kod krava, jer kod koza i ovaca često imamo sezonsku proizvodnju, tako da kraj laktacije najviše puta dođe na kraju ljeta ili u jesen. Stoga uz utjecaj dana (stadija) laktacije djeluje još i sezonski utjecaj (vrijeme, hranidba, ...). Na slici 4 dobro se vidi kako je na početku laktacije manji broj podataka (vidno kao svjetlija boja), što predstavlja problem kod izračuna količine mlijeka u cijeloj laktaciji. Kod test-day modela takvih problema nema.

U Sloveniji izračunaju se uzgojne vrijednosti za dnevnu količinu mlijeka (UVDKM), dnevni postotak mliječne masti (UVDPMM) i dnevni postotak mliječnih bjelančevina (UVDPMB) te dnevnu količinu mliječne masti (UVDKMM) i dnevnu količinu mliječnih bjelančevina (UVDKMB). Uzgojne se vrijednosti potom standardiziraju na prosjek 100 i standardnu devijaciju 12. Na kraju se

izračuna agregatna uzgojna vrijednost, koju zovemo indeks bjelančevina i masti (IBM). Indeks daje dva puta veću ekonomsku težinu na količinu mliječnih bjelančevina nego na količinu mliječne masti:

$$IBM = 1 \times UVDKMM + 2 \times UVDKMB$$

Za svakog uzgajivača spremi se tablica u kojoj su za svaku životinju u stadu prikazane uzgojne vrijednosti i točnosti za sva nabrojena svojstva. Pored toga za svako stado se numerički potraži lista najpovoljnijih jarčeva/ovnova, koji uzgajivačima nude najveći genetski napredak uz najmanji porast inbridinga u stadu. Uzgajivači mogu te rezultate gledati preko web stranica ili dobiti u papirnatom izvješću.

### Zaključak

Umjesto zaključka ponovit ćemo bitne činjenice za razumijevanje koncepta uzgojne vrijednosti:

- izmjeriti možemo samo fenotipsku vrijednost;
- fenotipsku vrijednost možemo zapisati kao zbroj prosječne vrijednosti, genotipske vrijednosti i ostatka;
- samo jedan dio genotipske vrijednosti prenosi se na potomke, taj dio zove se aditivna genotipska vrijednost ili uzgojna vrijednost;

- uzgojne vrijednosti se upotrebljavaju za odabir životinja;
- uzgojne vrijednosti možemo izračunati iz fenotipskih vrijednosti i porijekla koristeći metodu BLUP;
- kad poznajemo porijeklo, uzgojne vrijednosti možemo procijeniti i za životinje bez fenotipskih podataka (npr. uzgojna vrijednost za količinu mlijeka za očeve);
- uzgojne vrijednosti se često publiciraju s određenim prosjekom (npr. 100) i standardnom devijacijom (npr. 12), što znači, da ima oko 15 % najboljih životinja uzgojnu vrijednost više od 112, a oko 5 % najboljih životinja uzgojnu vrijednost više od 120;
- očekivanu uzgojnu vrijednost potomka možemo izračunati kao zbroj polovice uzgojne vrijednosti oca i polovice uzgojne vrijednosti majke;
- u stočarstvu očevi često imaju točnije procijenjenu uzgojnu vrijednost jer za njih postoji veći broj informacija (podataka);
- uzgojne vrijednosti različitih svojstva možemo složiti u jednu brojku/vrijednost - indeks (agregatna uzgojna vrijednost), koji nam omogućava ekonomski učinkovitu selekciju na više svojstva istovremeno;
- kod proizvodnje mlijeka najvažnija svojstva su količina mlijeka, postotak mliječne masti i bjelančevina te broj somatskih stanica; sva ta svojstva mogu se poboljšati selekcijom.



[www.ovce-koze.hr](http://www.ovce-koze.hr)