

# Uvažavanje inbridinga pri genetskom vrednovanju i primjena u praksi

Dr.sc. Marija Špehar

## 1. Uvod

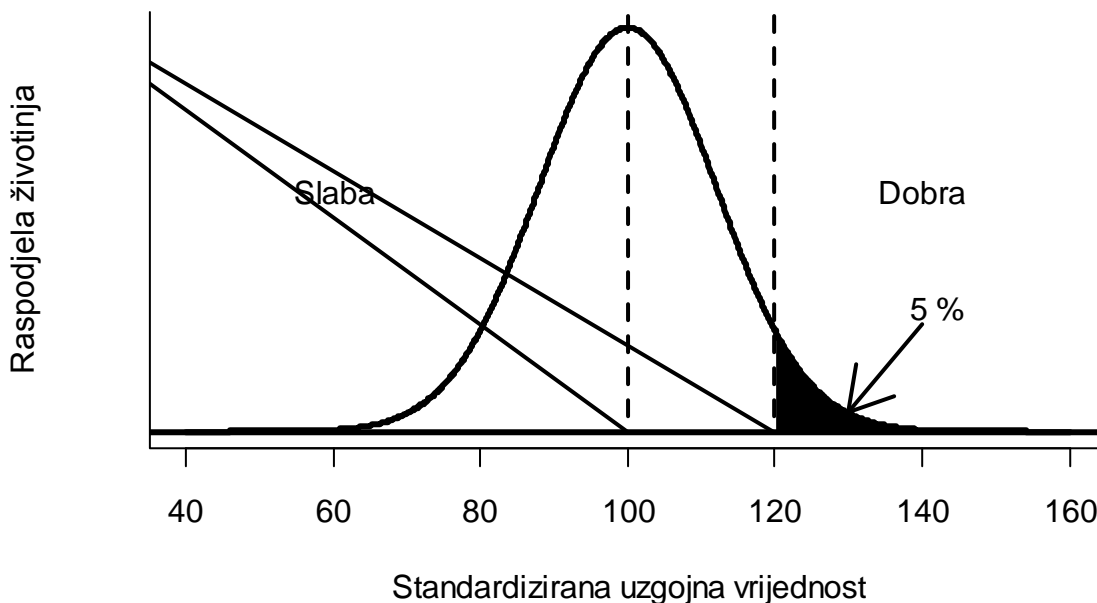
Unaprijeđenje stočarske proizvodnje sa genetskog stajališta ima za cilj odabrati (selekcionirati) najbolje životinje za gospodarski značajna svojstva kao što su svojstva mliječnosti i mesnatosti. U današnjoj selekciji, uzgojne vrijednosti (UV) koriste se kao glavni kriterij odabira životinja u stadu kako bi u slijedećoj generaciji potomaka dobili životinje sa boljim proizvodnim rezultatima. Pored korištenja UV bitno je i uvažavanje inbridinga kako bi se izbjegle negativne posljedice sparivanja u srodstvu. Cilj ovog rada je predstaviti izračun UV, koeficijenta srodstva i inbridinga sa svrhom postizanja što većeg genetskog napretka uz što manji porast uzgoja u srodstvu.

## 2. Uzgojna vrijednost

Uzgojna vrijednost predstavlja ukupnu vrijednost gena koje ima neka životinja te ih prenosi na svoje potomstvo. Za procjenu UV se koriste podaci (fenotipske vrijednosti) kao što su količina mlijeka, mliječne masti, bjelančevina, broj somatskih stanica, veličina legla, klaonička masa, itd. Samo je dio fenotipske vrijednosti uvjetovan UV, jer na proizvodni rezultat životinje utječe i okolina u kojoj životinja proizvodi. Da bi iz fenotipskih vrijednosti izdvojili UV, koristimo i porijeklo kojim opisujemo srodstvo između životinja i tako procjenjujemo udio zajedničkih gena. U uzgojno-seleksijskom radu ovčarstva Republike Hrvatske, UV se procjenjuju za svojstva mliječnosti (količina mlijeka, količina i sadržaj bjelančevina i mliječne masti) i za svojstvo broja somatskih stanica, a temelje se na korištenju podataka dnevnih kontrola mliječnosti i informacija o porijeklu životinja.

Za izračun UV se danas kao standard upotrebljava statistička metoda koju zovemo BLUP (Best Linear Unbiased Prediction – Najbolje Linearno Nepristrano Predviđanje). Ovom metodom istovremeno koristimo podatke (fenotipske vrijednosti), porijeklo i genetske parametre u statističkom modelu za analizirana svojstva i dobijemo UV za sve životinje u danoj populaciji. To znači da ako neka životinja nema vlastitih mjerenja (recimo ovan za mliječnost), možemo procijeniti UV koristeći mjerenja srodnika. Treba upozoriti da UV predstavlja procijenjenu vrijednost gena koje neka životinja nosi. Može se dogoditi da UV životinje nije u potpunoj sukladnosti sa fenotipskom vrijednosti. Primjerice, ako ovca sa dobrom UV ne dobije dovoljno hrane, tada će njezina mliječnost (fenotipska vrijednost) biti slaba unatoč dobrim genima.

Uzgojne vrijednosti izračunate su kao odstupanje od prosjeka usporedive grupe. To znači da neke životinje imaju pozitivnu a druge negativnu UV. Zbog lakšeg tumačenja, UV se često standardiziraju na određeni prosjek i standardnu devijaciju. Izbor prosjeka i standardne devijacije je stvar dogovora. Na području srednje Evrope često se upotrebljava prosjek od 100 i standardna devijacija od 12 jedinica. U takvom slučaju znamo da ima oko 15 % najboljih životinja UV višu od 112, a njih oko 5 % UV višu od 120 (Slika 1).



Slika 1: Raspodjela životinja prema standardiziranoj UV sa prosjekom 100 i standardnom devijacijom od 12 jedinica

Kao što je već spomenuto, u ovčarstvu Republike Hrvatske provodi se procjena UV za svojstva mliječnosti i broja somatskih stanica. Zbog lakšeg rada a i optimalne selekcije, UV su predstavljene pomoću indeksa bjelančevina i mliječne masti (IBM). U indeksu je ekonomska težina za količinu bjelančevina dvaput veća nego za mliječnu mast [1]. Razlog tome je što bjelančevine imaju veću vrijednost kako sa prehranbenog tako i sa tehnološkog vidika proizvodnje sira.

$$IBM = 2 \times UV_{\text{bjelančevine}} + 1 \times UV_{\text{mliječna mast}} \quad [1]$$

Broj somatskih stanica se ne koristi direktno u indeksu budući da broj somatskih stanica u mlijeku ovaca nije uvijek dobar pokazatelj zdravstvenog stanja. Unatoč tome, publiciraju se i UV za broj somatskih stanica kako bi uzgajivači tu informaciju mogli koristiti u svom stadu.

### 3. Srodstvo i inbriding

Selekcija životinja koristeći UV bitni je dio uzgojno-seleksijskog rada. Međutim, potrebno je paziti i na izbjegavanje sparivanja u srodstvu. Kod selekcije često se dogodi da odaberemo samo dio životinja te se tako srodnost između odabranih životinja iz generacije u generaciju povećava. Često se govori da sparivanje u srodstvu nije dobro. Zašto? Životinje nose različite varijante gena: 'dobre' i 'loše', a ponekad i 'štetne'. Ako u populaciji postoje 'loši' i 'štetni' geni, tada sparivanje u srodstvu povećava vjerojatnost da će se takvi geni pojaviti u velikom broju i kod velikog broja životinja. S druge strane, 'dobri' geni se gube. Posljedica ispoljavanja 'loših' i 'štetnih' gena je smanjena proizvodnost životinja, te slabija plodnost i zdravlje (fitnes) životinja. Pored toga, kod intenzivne selekcije se gubi i genetska varijabilnost koja je nužna za budući genetski napredak. To su razlozi zašto uvijek nastojimo izbjegavati sparivanje u preuskom srodstvu.

Za postizanje što većeg napretka kroz dulji vremenski period potrebno je u uzgojno-seleksijskom radu uvijek balansirati selekciju i sparivanje u srodstvu. Za sprečavanje sparivanja u srodstvu možemo koristiti koeficijente srodstva i inbridinga. Koeficijent srodstva između dvije životinje daje postotak zajedničkih gena. Tako otac (ili majka) i potomak imaju koeficijent srodstva jednak  $1/2$  (tj. 50%), kao i prava braća i sestre (imaju istog oca i majku). Polubraća i polusestre (imaju istog oca ili istu majku) imaju koeficijent srodstva jednak  $1/4$  (tj. 25%). Koeficijenti srodstva mogu se izračunati za sve parove životinja u nekoj populaciji. Izvorna informacija za takav izračun je porijeklo koje naravno treba biti dovoljno kvalitetno – što manje životinja sa nepoznatim ocem i majkom i sa što manje grešaka.

Samo parovi životinja koji su srodni daju inbridirane potomke. Kod takvih potomaka mogu se nagomilati 'loši' i 'štetni' geni i stoga želimo u praksi izbjeći sparivanje srodnih životinja. Koeficijent inbridinga se odnosi na pojedinu životinju te je jednak polovini koeficijenta srodstva između oca i majke: ako sparujemo brata i sestru tada će njihov potomak imati koeficijent inbridinga jednak  $1/4$  (tj. 25%). Kod sparivanja polubrata i polusestre dobijemo potomka sa koeficijentom inbridinga  $1/8$  (tj. 12.5%).

U ovčarstvu (i kozarstvu) često se koristi samo jedan ovan za cijelo stado dok se primjerice u govedarstvu koristi sjeme većeg broja bikova. Uzgajivač želi za svoje stado izabrati takvog ovna koji daje 'što bolje' potomke. To se postiže tako da odaberemo ovna koji ima što veću UV te je što manje srodan sa ovcama koje uzgajivač ima u stadu. U svakom stadu izračunamo koeficijente srodstva između aktivnih ovaca i svih aktivnih ovnova u populaciji, te koeficijent inbridinga potomka. Navedeni koeficijenti koriste kao dodatni kriterij prilikom izbora ovnova. Kao najnužnija mjera opreza je izbjegavanje izbora ovna iz vlastitog stada jer time možemo odabrati brata (koef. srodstva  $1/2 \rightarrow$  koef. inbridinga potomka  $1/4$ ) ili polubrata (koef. srodstva  $1/4 \rightarrow$  koef. inbridinga potomka  $1/8$ ) neke ovce.

Potrebno je upozoriti na vrlo važan logistički problem sa aktivnim životinjama. Kod izračuna UV i odabira ovna za sparivanje u stadu treba osigurati **ažurno stanje aktivnih ovaca u stadu**. Još je bitnije **ažurno stanje aktivnih ovnova** – da li su živi i gdje se nalaze. Uzgajivaču ovan koji je već 'pojedena' ništa ne vrijedi! Bitno je i gdje se ovan nalazi jer će uzgajivač odustati od potrage za najboljim ovnom ako mu prijašnji vlasnik po telefonu kaže: 'Pa tog sam ovna prodao pred dva mjeseca'. **Sve to traži aktivnu suradnju između uzgajivača i područnih ureda Hrvatske poljoprivredne agencije.**

#### **4. Ispis UV životinja u stadu**

Uzgajivači ovaca u čijem stadu se provodi kontrola mliječnosti dobivaju i ispise procijenjene UV svojstava mliječnosti i broja somatskih stanica sve životinje u stadu na kućnu adresu. Na ispisu se posebno razvrstavaju ovnovi a posebno ovce (Slika 2). Za svaku životinju u stadu ispisane su sljedeće informacije:

- životni broj, pasmina, organizacija, godina rođenja
- inbriding (cilj je težiti da je ovaj broj bude što manji)
- rang životinje (apsolutan i relativan) aktivnih životinja odvojeno po spolu koji označava mjesto životinje među svim ovnovima (ovcama) kojima je procijenjena UV
- UV za indeks IBM
- UV pojedinih svojstva (količina mlijeka, količina i sadržaj mliječne masti i bjelančevina te broj somatskih stanica).

**HRVATSKA POLJOPRIVREDNA AGENCIJA** Ilica 101, ZAGREB  
tel. 01 3903-111 ovcarstvo@hpa.hr www.hpa.hr

**PROCIJENA UZGOJNE VRIJEDNOSTI ZA SVOJSTVA MLJEČNOST**

Vlasnik: \_\_\_\_\_ Datum izračuna: \_\_\_\_\_

**PODRUČNI URED PAZIN**

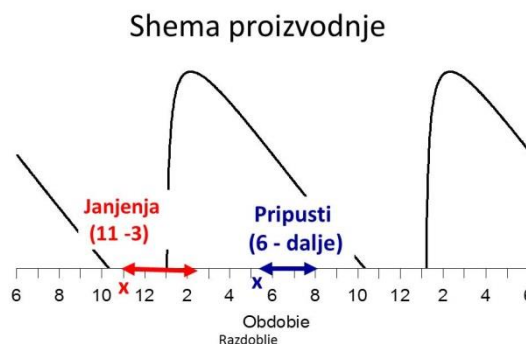
Žvotni broj	Pasmina	Org.	Rođ.	Inbreed	Rang			Uzgojna vrijednost							
					Abc	Rel	BBM	ME	Ma %	Rj %	Ma kg	Rj kg	Sat		
830132101	1	14	2013	0,196			73	75	95	97	74	73	96		
930200940	1	81	2012	0,281			71	74	95	90	75	70	98		
<b>Ovca</b>															
720426668	1	14	2009	0,031	4	0,3	145	141	102	99	139	144	91		
930132102	1	14	2013	0,02			112	109	106	100	111	112	90		
620426667	1	14	2009	0	317	23,6	107	108	91	99	106	107	107		
720543883	1	81	2007	0			107	106	100	102	106	107	104		
920445406	1	14	2010	0,062			102	101	94	103	98	102	94		
720511089	1	81	2006	0			101	100	94	102	99	102	106		
230508724	1	14	2014	0,011			92	93	87	98	88	93	101		
930051772	1	14	2011	0,018			89	91	94	94	89	89	100		
330508725	1	14	2014	0			87	88	96	99	89	87	98		
220511577	1	14	2008	0,004	1196	89,09	87	87	104	104	88	87	97		
130132103	1	14	2013	0,099			85	86	102	100	86	85	96		
330132105	1	14	2013	0,013			84	87	95	89	88	83	104		
730052494	1	81	2011	0,136			82	87	105	89	85	82	95		
630005239	1	14	2014	0,109			82	84	87	100	78	84	102		
630132106	1	14	2013	0,094			82	84	92	100	80	83	103		
620143882	1	14	2009	0	1308	97,47	80	82	100	98	81	80	104		
730200939	1	81	2012	0,004			77	80	102	86	89	75	99		
330051775	1	14	2011	0,159			77	82	97	95	77	77	93		
220445408	1	81	2010	0,159	1329	98,96	75	78	98	108	75	75	94		
530132107	1	14	2013	0,11			74	73	108	103	79	73	86		
130508723	1	14	2014	0,204			74	75	92	103	73	74	99		
930508722	1	14	2014	0,218			74	75	97	105	75	74	94		
430132106	1	14	2013	0,197			71	73	104	101	77	70	93		

Abc - prvi prije izračuna postotak ovna u ukupnoj populaciji ovnova odobren pasmina u Republici Hrvatskoj.  
BBM - srednja od svih postotaka izračuna u klijenima. Srednja klijenica u populaciji klijenki od prenesenosti. Inbreed.  
ME - srednja vrijednost za klijenke u klijenima. Inbreed. Srednja klijenica u populaciji klijenki od prenesenosti. Inbreed.  
Ma % - srednja vrijednost za klijenke u klijenima. Inbreed. Srednja klijenica u populaciji klijenki od prenesenosti. Inbreed.  
Rj % - srednja vrijednost za klijenke u klijenima. Inbreed. Srednja klijenica u populaciji klijenki od prenesenosti. Inbreed.  
Ma kg - srednja vrijednost za klijenke u klijenima. Inbreed. Srednja klijenica u populaciji klijenki od prenesenosti. Inbreed.  
Rj kg - srednja vrijednost za klijenke u klijenima. Inbreed. Srednja klijenica u populaciji klijenki od prenesenosti. Inbreed.  
Sat - srednja vrijednost za klijenke u klijenima. Inbreed. Srednja klijenica u populaciji klijenki od prenesenosti. Inbreed.

Slika 2: Prikaz ispisa UV za stado ovaca

## 5. Vremenski termini obrade i slanja izvještaja

Proizvodnja u ovčarstvu je sezonskog karaktera a time i uzgojno-seleksijski rad. Kod uzgojno valjanih ovaca u kontroli mlječnosti u Republici Hrvatskoj janjenja se odvijaju od studenog do ožujka (istarska i paška ovca) tj. od siječnja do travnja (istočno-frizijska ovca). To znači da pripusti traju od sredine lipnja do sredine studenog (istarska i paška ovca; Slika 3) tj. od sredine srpnja do sredine listopada (istočno-frizijska ovca). Sparivanja tj. odabir ovna za pripust provodi se u lipnju i srpnju kod istarske i paške ovce tj. u srpnju i kolovozu kod istočno-frizijske ovce. Za uzgojno-seleksijski rad sa stajališta selekcije i izbjegavanja sparivanja u srodstvu su bitna dva perioda – period prije janjenja i period prije pripusta. Tijekom ta dva perioda je potrebno da djelatnici Područnih ureda Hrvatske poljoprivredne agencije osiguraju uzgajivaču korisne informacije.



Slika 3: Shema sezonske proizvodnje mlijeka kod istarske ovce

Započnimo sa pripustima kod npr. istarske ovce. Za pripust naravno trebamo ovna. Ako želimo pripustiti ovce, ovisno o janjenju, od sredine lipnja do sredine studenog tada već trebamo imati 'najprikladnijeg' ovna. Lista aktivnih ovnova za pojedinu pasminu je unaprijed pripremljena i obuhvaća sve aktivne ovnove starosti do pet godina, kao i mlade ovnove koji su procjenu UV dobili u performance testu. Najkasnije do sredine lipnja potrebno je provesti procjenu UV i izračun koeficijentata srodstva između aktivnih ovnova i ovaca u stadu. Do tog perioda se već prikupi dosta podataka za procjenu UV ovaca u laktaciji. I ažurnost statusa aktivnih ovaca ne bi trebao biti problem jer su kontrolni asistenti često u stadima zbog kontrole mliječnosti. Uzgajivač će u tom periodu dobiti izvješće sa UV za sve aktivne životinje u stadu. Na osnovi toga može uzgajivač odlučiti koje ovce zadržati ili izlučiti iz stada. Pored toga će uzgajivač imati mogućnost da preko interneta dobije izvješće koji su ovnovi primjerni za njegovo stado: što viša UV te što manje srodstvo sa ovcama u stadu. Praktično iskustvo govori da samo izvješće na internetu može biti dovoljno ažurno zbog dinamike izlučenja ili prodaje ovnova.

## 6. Pregled odabira ovnova za sparivanje u stadu (uzgajivaču)

Na web stranici Hrvatske poljoprivredne agencije dostupni su ispisi o odabiru ovnova za sparivanje u stadu (uzgajivaču) za istarsku i pašku ovcu:

- [https://stoka.hpa.hr/UzgojneVrijednosti/Web/sheep/partner/ist/report\\_loc\\_list.html](https://stoka.hpa.hr/UzgojneVrijednosti/Web/sheep/partner/ist/report_loc_list.html)
- [https://stoka.hpa.hr/UzgojneVrijednosti/Web/sheep/partner/pas/report\\_loc\\_list.html](https://stoka.hpa.hr/UzgojneVrijednosti/Web/sheep/partner/pas/report_loc_list.html)

Na ispisu se za svako stado (uzgajivača) prikazuje lista 25 najprikladnijih ovnova za sparivanje ovaca. Za svako stado ispisane su slijedeće informacije:

- šifra uzgajivača, njegovo ime i prezime, te adresa
- životni broj ovna uključenog u postupak odabira za sparivanje, datum rođenja i vlasnik ovna
- prosječni, minimalni i maksimalni koeficijent srodstva (KS) ovna sa ovcama u stadu
- prosječna vrijednost indeksa parenja (IP) izražena kao standardizirana UV

Hrvatska poljoprivredna agencija  
Služba za gen. vrjednovanje i banku anim. gena

Izbor ovna - 08.03.2018 - ist - istarska ovca

Uzgajivač: 55014018 - |

N	ID	Ime	Rodni	M	Vlasnik ovna	Koef. srodstva (%)			Kriterij
						Prosjeak	Min.	Max.	IP
1	1300065001014		13/01/2016	*		0.593	0.10	0.84	122.9
2	73066448001014		24/10/2014			0.073	0.02	0.10	114.8
3	83066448101014		24/10/2014			0.073	0.02	0.10	107.6
4	23020059101014		09/12/2011			1.267	0.58	2.24	107.5
5	53004784901014		01/01/2012			1.013	0.20	1.42	106.5
6	92053872101014		08/01/2011			0.000	0.00	0.00	106.0
7	53054100101014		17/01/2015	*		0.147	0.00	0.44	98.3
8	33054100801014		25/01/2015	*		1.560	0.00	3.12	97.7
9	83092441401014		28/12/2015	*		0.960	0.44	1.90	97.2
10	63092441201014		11/12/2015	*		1.860	1.42	2.36	95.7
11	83054100401014		22/01/2015	*		0.780	0.00	1.56	94.8
12	63054100201014		19/01/2015	*		0.000	0.00	0.00	94.0
13	42025716001014		19/12/2009			0.013	0.00	0.04	93.8
14	32053877301014		01/04/2011			0.313	0.20	0.54	93.5
15	73092437101014		10/01/2016	*		0.153	0.00	0.46	91.9
16	73000373901014		06/01/2013			0.320	0.00	0.48	90.1
17	73005161401014		25/02/2011			1.827	0.40	2.54	87.6
18	63005365001081		01/01/2010			0.267	0.00	0.40	83.7
19	13036263301014		28/12/2012			0.133	0.00	0.20	82.9
20	23036263401014		28/12/2012			0.000	0.00	0.00	82.5
21	23054052901014		09/03/2015	*		0.387	0.14	0.88	64.5
22	23005279701014		05/03/2011			0.000	0.00	0.00	63.9
23	83013210101014		02/01/2013			0.067	0.00	0.10	62.3
24	630092435401014		24/12/2015			0.087	0.04	0.18	56.9
25	13054100901014		23/01/2015	*		0.000	0.00	0.00	56.9

Slika 4: Prikaz ispisa izbora ovnova za stado ovaca

Drugi obračun UV biti će početkom listopada. Tada će biti sve laktacije zaključene, a počinju i janjenja. Uzgajivači će ponovno dobiti ispis prije ili za vrijeme janjenja ili prvog obilaska kontrolnog asistenta u tom periodu. Na ispisu će biti UV aktivnih životinja (ovce) u stadu kako bih uzgajivači uz pomoć kontrolnog asistenta mogli odabrati one ovce čije će potomke zadržati za remont stada, performance test ovnova i prodaju uzgojnih životinja. Budući da mlade životinje vrlo vjerojatno još neće biti upisane u bazu podataka, mogu se za odabir potomaka koristiti UV majke (ovca) i fenotipski izgled potomaka (vanjština, zdravlje).

## **7. Zaključak**

Temeljem procjenjenih UV za svojstva mliječnosti ovaca istarske, paške i istočno-frizijske ovce uzgajivači mogu vršiti odabir najboljih životinja u stadu i time povećati buduću proizvodnju. Kod izbora ovna je pored UV potrebno paziti i na srodstvo sa ovcama u stadu kako bi se izbjeglo sparivanje u srodstvu i posljedično tome pad u proizvodnji i fitnessu životinja. Za izbor je pripremljena internetni preglednik koji nudi ažurne informacije o statusu ovna. Za to je neophodno da uzgajivači, djelatnici Službe za razvoj ovčarstva, kozarstva i uzgoja malih životinja, te djelatnici Područnih ureda aktivno sudjeluju kod praćenja statusa i lokacije ovna.