

GENETSKI POLIMORFIZMI PROTEINA KRVI SIVOG
GOVEDA U HRVATSKOJ

A. Ivanković, P. Caput

Sažetak

Istražene su frekvencije polimorfnih proteina krvi (Hb, Tf, Pa) domaćeg sivog goveda, što je prilog cjelovitijoj spoznaji filogeneze ove pasmine Hrvatskog primorja. Domaće sivo govedo, po zastupljenosti, četvrta pasmina goveda u Hrvatskoj, nastala je stoljetnim uzgojno-seleksijskim radom na genomu autohtone buše (*bos brachyceros europaeus*). Frekvencije alela Hb slične su frekvencijama austrijskog sivog goveda, što upućuje na filogenetsku srodnost ovih populacija. Frekvencije alela Tf slične su frekvencijama makedonske buše i gatačkog goveda, dočim su različite od frekvencija austrijskog sivog goveda što ukazuje na specifičnost populacije domaćeg sivog goveda. Frekvencije alela Pa slične su frekvencijama Pa alela kod srodnih pasmina.

Uz do sada istražene genetske polimorfizme proteina krvi pasmina u Hrvatskoj (istarsko, simentalsko i slavonsko-podolsko govedo), ovo istraživanje upotpunjuje zbirku geno-fonda u Hrvatskoj, što omogućava praćenje promjena varijabilnosti ovih populacija.

Uvod

Pojavom i razvojem elektroforetskih tehnika porastao je interes za istraživanje biološki polimorfnih tvari u organizmu. U genetskom smislu, polimorfnim, se smatra onaj lokus na kome se pojavljuju dva ili više alela u takvom međusobnom odnosu da se frekvencija najrjeđeg alela ne može smatrati povratnom mutacijom (Ford, 1945., cit. Gašpert, 1973.).

Polimorfni proteini, kao genetski markeri brzo su našli teoretsku i praktičnu primjenu pri utvrđivanju biokemijskog profila individue, populacije, pasmine i vrste, kao i u filogenetskim studijama za određivanje genetskih distanci pojedinih pasmina i populacija (Caput i sur., 1992.). Poradi navedenoga, dosad su istraživane frekvencije nekih gena autohtonih ugroženih pasmina domaćih životinja, slavonskog (Gašpert i sur. 1990.) i istarskog

Mr. sc. Ante Ivanković, prof. dr. sc. Pavo Caput, Zavod za specijalno stočarstvo Agronomskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, Svetošimunska cesta 25.

podolca (Caput i sur., 1992.). Osim u filogenetskim studijama, biokemijski profil individue bitan je poradi vezanosti produktivnih i reproduktivnih svojstva populacija za frekvencije određenih polimorfa. Mitscherlich (1965.) tvrdi da ne postoji dvojba o vezi genetskih polimorfizama proteina krvi i proizvodnih svojstava, što pruža nove mogućnosti selekcije. Efremov i sur. (1979.) utvrđuju kod izvornog sivog goveda signifikantan učinak transferinskog lokusa na laktacijsku mliječnost i sadržaj mliječne masti u mlijeku. Navodi da krave s lokusom Tf AA daju u prosjeku više 667 l mlijeka i 25,9 kg više mliječne masti u odnosu na ostale transferinske fenotipove ($P < 0.01$).

Predmet ovog istraživanja su genetski polimorfizmi krvnih proteina transferina, hemoglobina i postalbumina.

Cabannes i Serain (1955.) otkrili su prvi genetsku varijabilnost hemoglobina. Nasljeđivanje hemoglobina kontrolira jedan gen lokus s dva alela HbA i HbB, koji kombinacijom daju tri fenotipa. Otkriveni su i neki drugi tipovi Hb alela kao što su HbD i HbG, koji se obično ne pojavljuju u europskih pasmina goveda. Braend (1971.) prvi spominje HbG varijantu u populaciji istočnoafričkog zebu goveda u niskoj frekvenciji ($HbG=0,01$). Patološki oblici hemoglobina HbS i HbC nastaju zamjenom glutaminske kiseline na β lancu, na položaju 6, valinom (HbS) ili lizinom (HbC). Danas je poznato više od 200 polimorfni oblika hemoglobina, nastalih zamjenom aminokiselina u lancu, kao posljedica mutacija, ali su kod njih funkcionalni poremećaji često nezamjetni (Karlson, 1988.). Frekvencije alela populacija goveda međusobno su različite. Pregled frekvencija gena nekih pasmina na Hb lokusu prikazan je na tablici 1.

Tablica 1. - FREKVENCIJA GENA NA HB LOKUSU U GOVEDA

Table 1. - GENE FREQUENCY OF BOVINE HB

Pasmina - Breed	Frekvencija gena - Gene frequency		Autor - Author
	Hb ^A	Hb ^B	
Sivo govedo (Austrija)	0,9400	0,0600	Medjugorac (1995.)
Oberintalac	0,9510	0,0490	Efremov i sur. (1979.)
Sivo govedo (Gacko)	0,7783	0,2217	Medjugorac (1995.)
Montafonac	0,7690	0,2310	Efremov i sur. (1979.)
Montafonac	0,8000	0,2000	Efremov i sur. (1979.)
Braunvieh (Njemačka)	0,8700	0,1300	Buschmann i sur. (1964.)
Buša (Makedonija) *	0,8036	0,1701	Medjugorac (1995.)

*Nadena je varijanta Hb C u frekvenciji 0,0263.

Efremov (1979.) utvrdivši znatno veću frekvenciju HbB alela kod montafonske pasmine (0,200 do 0,231) nego kod oberintalske pasmine (0,049),

ukazuje da bi se ovaj alel mogao uspješno iskoristiti i kao marker za istraživanje filogeneze i srodnosti pasmina.

Transferin (Tf) pripada grupi β -globulina i glikoprotein je po sastavu. Efremov i sur. (1971.) navode da se transferin sastoji od dvije podjedinice, molekulske mase 67000. Važan je za transport željeza, a osobito za stvaranje eritrocita. Polimorfizam transferina kod goveda prvi spominje Ashton (1957.). Smithies i Hickman (1958. cit. Caput i sur., 1992.) navode da je način nasljeđivanja transferina tipični alelomorfizam bez dominacije.

Pregled frekvencija gena na Tf lokusu nekih populacija prikazan je na tablici 2.

Tablica 2. - FREKVENCIJA GENA NA TF LOKUSU U GOVEDA

Table 1. - GENE FREQUENCY OF BOVINE TF

Pasmina - Breed	Frekvencija gena - Gene frequency			Autor - Author
	Tf A	Tf D	Tf E	
Sivo govedo (Austrija)	0,1780	0,8080	0,0150	Medjugorac (1995.)
Oberintalac	0,2080	0,7770	0,0150	Efremov i sur. (1979.)
Sivo govedo (Gacko)*	0,3314	0,5828	0,0829	Medjugorac (1995.)
Montafonac	0,3750	0,6040	0,0210	Efremov i sur. (1979.)
Montafonac	0,2720	0,7080	0,0200	Efremov i sur. (1979.)
Braunvieh (Njemačka)	0,2780	0,6960	0,0250	Buschmann i sur.(1964.)
Buša (Makedonija)*	0,3526	0,5449	0,0961	Medjugorac (1995.)
Plinzgauer (Slovačka)	0,4795	0,4897	0,0306	Kliment (1970.)

* Nađena je varijanta Tf P u niskoj frekvenciji.

Polimorfizam transferina izazivaju četiri alela (TfA, TfD₁, TfD₂, TfE). Navedena četiri alela kombinacijom daju ukupno 10 fenotipova. Ranije su aleli TfD₁, TfD₂ svrstavani u jedan alel TfD, pošto se nisu mogli razdvajati. Aleli HbB, HbG i HbF otkriveni su kod zebu goveda i njegovih križanaca (Ashton, 1959., Ashton i Lampkin, 1965., Osterhof i Van Herden, 1964., cit. Posavi, 1994.). Medjugorac (1995.) kod buše i gatačkog goveda spominje alel TfP.

Nasljeđivanje postalbumina kontrolira jedan gen lokus s dva alela PaA i PaB čineći tako tri fenotipa. Gahne (1962.) je prvi opisao polimorfizam postalbumina (Pa). Frekvencije alela na Pa lokusu prikazane su na tablici 3.

U literaturi postoje rijetki podaci o učinku tipa postalbumina na proizvodna svojstva. Ashton (1972. cit. Efremov i sur. 1979.) navodi da tip postalbumina djeluje na dužinu servis perioda.

O polimorfizmima serumskih proteina austrijskog sivog goveda obavljeno je nekoliko istraživanja, s napomenom da u populaciji domaćeg sivog goveda nisu istraživane frekvencije polimorfa. Efremov i sur. (1979.) su istražili

polimorfizme serumskih proteina oberintalca uvezenog u Makedoniju. Međugorac (1995.) je u radu o filogenetskoj srodnosti populacija europskih pasmina goveda analizirao polimorfizme serumskih proteina buše, gatačkog goveda i izvornog oberintalca.

Tablica 3. - FREKVENCIJA GENA NA Pa LOKUSU U GOVEDA

Table 3. - GENE FREQUENCY OF BOVINE Pa

Pasmina - Breed	Frekvencija gena - Gene frequency		Autor - Author
	Pa ^A	Pa ^B	
Braunvieh (Njemačka)	0,250	0,750	Zwiauer (1980.)
Friesian (Švedska)	0,211	0,789	Gahne (1963.)
Fleckvieh (Njemačka)	0,167	0,833	Geldermann (1969.)

Ovo istraživanje je sastavni dio projekta "Genetski polimorfizmi i zbirke gena pasmina domaćih životinja u Hrvatskoj", kojemu je cilj utvrđivanje stanja polimorfizama proteina pasmina u Hrvatskoj. Određivanjem polimorfizama proteina krvi, te utvrđivanjem frekvencije polimorfa alela nekih gena, spoznat ćemo strukturu gena i genotipova, što će pomoći u određivanju pasminske čistoće u odnosu na srodne tipove, sojeve i pasmine. To će pomoći objektivnijem vrednovanju ove pasmine kod nas, kao i određenju prema njoj u budućnosti dajući odgovor na pitanje; da li nastaviti s uzgojnim radom na ovoj populaciji ili ju pretopiti? Ovaj će rad doprinijeti upotpunjavanju zbirke genofonda u Hrvatskoj kao i praćenje promjena varijabilnosti.

Materijal i metode

Istraživanje je obavljeno na 57 krava tipa sivo govedo u Splitsko-dalmatinskoj županiji, na području tadašnjih (1995-1996) općina Sinj, Split i Imotski.

Uzorak krvi uzet je govedima iz vene jugularis u dvije epruvete. Za određivanje polimorfizma hemoglobina krv je uzimana u epruvetu u kojoj se nalazio konzervans (3 % otopina etilendiaminotetraoctene kiseline (E.D.T.A.) u količini od 2 kapi na 1 ml krvi). Eritrociti su odvojeni trokrotnim centrifugiranjem (1500 obrtaja u trajanju od 15 minuta), uz ispiranje 0.9 % fiziološkom otopinom. Nakon isisavanja plazme vakum pumpom, hemolizat je zamrznut na -20 °C i tako čuvan do daljne analize. Krv za određivanje polimorfizama transferina i postalbumina uzeta je u epruvetu bez konzervansa. Uzorak je centrifugiran 30 minuta pri 3000 obrtaja, te mikropipetom odvojen serum koji je zamrznut na -20 °C, i tako čuvan do analize.

Genetske varijante hemoglobina određene su na "cellogel" trakama 5,7x14 cm (Code 01A36-100) u kontinuiranom puferском sustavu. Kao gel pufer koji je ujedno i elektrolit, korišten je tris-glicinski pufer pH 9,5 (Chemerton, Code 02A01-10 + 1500 ml destilirane vode). Elektroforeza je trajala 60 minuta na 250 V. Nakon toga trake su izvađene i direktno su očitani rezultati jer bojenje nije bilo potrebno.

Genetske varijante transferina određene su elektroforezom na "cellogel" trakama 5,7x14cm (Code 01A36-100) u kontinuiranom puferском sustavu (High Diagnostic Value). Kao gel pufer i elektrolit upotrijebljen je tris-glicinski pufer pH 9,0 (Chemerton, Code 02A03-10 + 1000 ml destilirane vode). Elektroforeza je trajala 60 min na 300V. Uzorci su bojani s Amido Black 10B. Nakon odbojavanja slijedilo je očitavanje.

Genetske varijante postalbumina određene su elektroforezom na "cellogel" trakama 5,7x14cm (Code 01A36-100) u diskontinuiranom puferском sustavu (Gahne, 1963.). Elektroadni pufer (pH 8,18) pripremljen je od 1,2 g litijeva hidroksida + 11,8 g borne kiseline + 1000 ml destilirane vode. Mostni pufer je pripremljen od 1 vol. elektrodnog pufera + 5,25 vol. pufera (pH 5,7) (8,67 g trishydroxy-methylaminometane + 1,33 g limunske kiseline + 1000 destilirane vode). Elektroforeza je trajala 150 min na 96 V. Bojanje i odbojavanje traka bilo je kao kod određivanja transferina.

Testiranjem razlika frekvencija gena, određena je signifikantnost razlika frekvencija polimorfničkih oblika gena između pojedinih populacija.

Rezultati i rasprava

Rezultati istraživanja potvrdili su očekivanu specifičnost populacije domaćeg sivog goveda u pogledu frekvencija gena istraživanih serumskih proteina spram srodnih populacija goveda.

Na tablici 4 prikazana je raspodjela hemoglobinskih tipova i frekvencija Hb alela domaćeg sivog goveda.

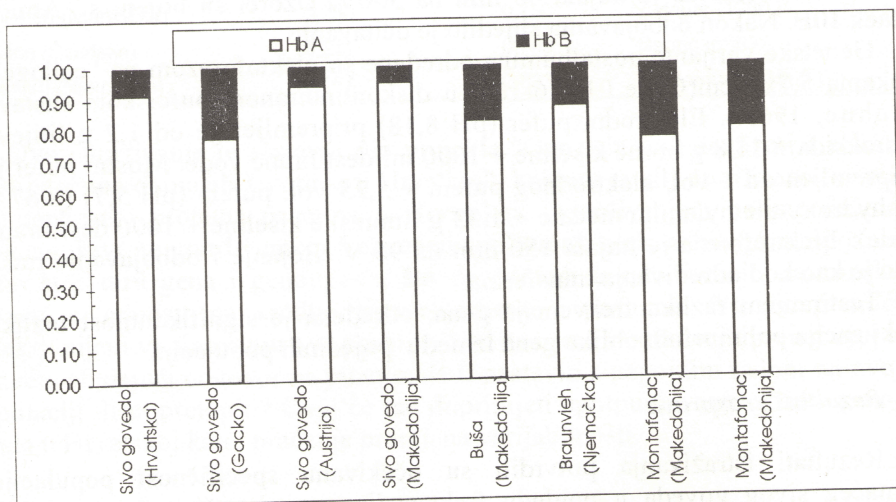
Tablica 4. - RASPODJELA HEMOGLOBINSKIH TIPOVA I FREKVENCIJA GENA DOMAĆEG SIVOG GOVEDA

Table 4. - DISTRIBUTION OF HEMOGLOBIN TYPES AND GENE FREQUENCY IN CROATIAN TYPE OF GREY CATTLE

Loku Locus	Hemoglobinski tipovi - Hemoglobin types		Frekvencija gena - Gene frequency		
	Broj - Number	% - Percentage			
Hb	AA	47	82,46	Hb ^A	0,912 ± 0,026
	AB	10	17,54	Hb ^B	0,088 ± 0,026
	BB	0	0		
	Σ	57	100,00		

Frekvencija alela HbA domaćeg sivog goveda ne pokazuje značajnu razliku u odnosu na frekvenciju istog alela kod sivog goveda u Austriji HbA=0,94 (Međugorac, 1994.). Također nema značajne razlike ni prema utvrđenoj frekvenciji alela (HbA=0.951) kod oberintalskog goveda (Efremov i sur., 1979.). Rezultat upućuje na zaključak da su domaće sivo govedo i austrijsko sivo govedo filogenetski značajno slični. Zamjetno je da u domaćem sivom goveda nismo zabilježili hemoglobinski tip Hb BB.

Grafikon 1. - DISTRIBUCIJE FREKVENCIJA Hb ALELA RAZLIČITIH POPULACIJA
Graph. 1. - Hb ALLELE FREQUENCY IN DIFFERENT BREEDS



Značajna razlika postoji između promatrane populacije i populacije gatačkog sivog goveda ($P < 0.01$) koju je istraživao Međugorac (1995.). Značajna razlika postoji i spram makedonske buše ($P < 0.05$) (Međugorac, 1995.), kao i montafonskog goveda ($P < 0.01$) (Efremov i sur., 1979.). Rezultati nas upućuju na zaključak da su frekvencije Hb alela domaćeg sivog goveda najbliže frekvencijama austrijskog sivog goveda (Međugorac, 1995.), dok su značajno različite od frekvencija istih alela buše i smeđeg goveda.

Frekvencija Tf alela domaćeg sivog goveda značajno je različita spram frekvencija austrijskog sivog goveda ($P < 0.01$) koje je utvrdio Međugorac (1995.) i frekvencija sivog goveda ($P < 0.05$) koje je utvrdio Efremov i sur. (1979.). Ovu signifikantnost je teško objasniti bez opsežnije analize dijela genoma buše i sivog goveda. Treba napomenuti da u domaćem sivom goveda nismo zabilježili transferinski tip Tf EE.

Na tablici 5 prikazana je raspodjela transferinskih tipova i frekvencija Tf alela domaćeg sivog goveda.

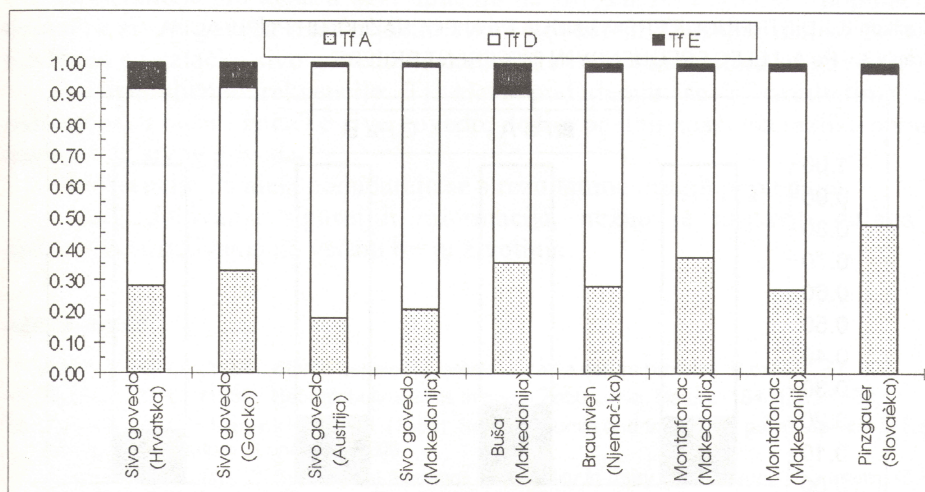
Tablica 5. - RASPODJELA TRANSFERINSKIH TIPOVA I FREKVENCIJA GENA DOMAĆEG SIVOG GOVEDA

Table 5. - DISTRIBUTION OF TRANSFERRIN TYPES AND GENE FREQUENCY IN CROATIAN TYPE OF GREY CATTLE

Lokus Locus	Transferinski tipovi - Transferrin types		Frekvencija gena - Gene frequency		
	Broj - Number	% - Percentage			
Tf	AA	5	8,77	Tf A	0,281 ± 0,042
	AD	16	28,07	Tf D	0,632 ± 0,045
	AE	6	10,53	Tf E	0,087 ± 0,026
	DD	26	45,61		
	DE	4	7,02		
	EE	0	0		
	Σ	57	100,00		

Grafikon 2. - DISTRIBUCIJE FREKVENCIJA Tf ALELA RAZLIČITIH POPULACIJA

Graph. 2. - Tf ALLELES FREQUENCY IN DIFFERENT BREEDS



Frekvencije Tf alela domaćeg sivog goveda nisu značajno različite spram frekvencija makedonske buše i gatačkog sivog goveda (Međugorac, 1995.). Frekvencije Tf alela smeđeg goveda (Efremov i sur. 1979., Buschmann i sur. 1964.) ne pokazuju značajnu razliku spram domaćeg sivog goveda izuzevši frekvencije alela TfE ($P < 0.05$). Frekvencije Tf alela domaćeg sivog goveda značajno su različite od frekvencija Tf alela pinzgauera (Kliment, 1970.), posebice alela TfA ($P < 0.01$).

Na tablici 6 prikazana je raspodjela postalbuminskih tipova i frekvencija Pa alela domaćeg sivog goveda.

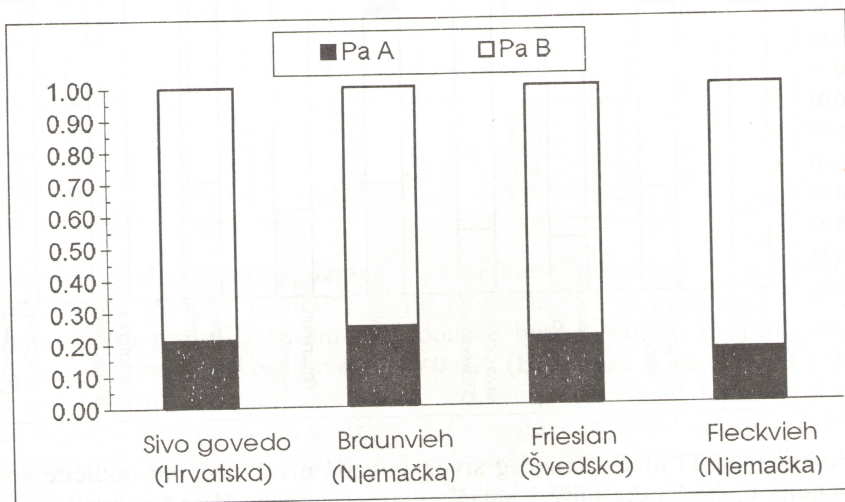
Tablica 6. - RASPODJELA POSTALBUMINSKIH TIPOVA I FREKVENCIJA GENA DOMAĆEG SIVOG GOVEDA

Table 6. - DISTRIBUTION OF POSTALBUMIN TYPES AND GENE FREQUENCY IN CROATIAN TYPE OF GREY CATTLE

Lokus Locus	Postalbuminski tipovi - Postalbumin types		Frekvencija gena - Gene frequency		
	Broj - Number	% - Percentage			
Pa	AA	0	0	Pa A	0,211 ± 0,038
	AB	24	42,11	Pa B	0,789 ± 0,038
	BB	33	57,89		
	Σ	57	100,00		

Frekvencija Pa alela ne pokazuje značajnu razliku spram drugih populacija. Moramo napomenuti da nemamo nikakvih pokazatelja za frekvencije Pa alela populacija buše i sivog goveda. U uzorku nismo zabilježili postalbuminski tip Pa AA.

Grafikon 3. - DISTRIBUCIJE FREKVENCIJA Pa ALELA RAZLIČITIH POPULACIJA
Graph 3. - Pa ALLELES FREQUENCY IN DIFFERENT BREEDS



Ustanovljene frekvencije Hb alela bitno se podudaraju s rezultatima drugih istraživača na srodnim populacijama. Ovu podudarnost opovrgavaju frekvencije Tf lokusa, koje su u našem istraživanju statistički značajno drugačije. To ne možemo objasniti bez dodatnih analiza. Frekvencije Hb alela u ispitivanom uzorku bitno su drugačije od rezultata istraživanja grla srodne buše. Razlika ovih dviju populacija nije značajna za frekvencije Tf alela.

Učinci istraživanih lokusa na mliječnost nisu zamijećeni. Razlog tomu je zasigurno i mali uzorak. Potrebno je provesti šire istraživanje polimorfizama da bi utvrdili postoje li u domaćeg sivog goveda stvarne veze polimorfa s produktivnim i reproduktivnim svojstvima.

Radi kompletnijeg i pouzdanijeg poznavanja trenutne genetske vrijednosti domaćeg sivog goveda, kao i moguće promjene frekvencija alela, ubuduće valja sistematski istražiti populaciju na većem broju životinja. Selekcija po genotipovima nije izvjesna u skoro vrijeme, jer bi tako mogli narušiti ravnotežu populacije. Nama je ova populacija bitna i zbog njene specifičnosti, relativno male veličine, odnosno genetske raznoličnosti od drugih naših pasmina.

Zaključak

Na osnovi istraživanja proteinskih polimorfizama serumskih proteina domaćeg sivog goveda može se zaključiti sljedeće:

- frekvencije Hb alela u krvi upućuju na filogenetsku srodnost populacija domaćeg sivog goveda s austrijskim sivim govedom. Značajna razlika postoji o odnosu na gatačko sivo govedo, makedonsku bušu i montafonsko govedo.

- ustanovljene frekvencije Tf alela podudaraju se s rezultatima za makedonsku bušu i gatačko sivo govedo, dočim postoji značajna razlika spram austrijskog sivog goveda.

- frekvencije Pa alela podudaraju se s rezultatima drugih populacija

- radi dobivanja sigurnijih informacija, nužno je nastaviti daljnja i cjelovitija istraživanja na većem broju životinja.

REFERENCES

1. Ashton, G. C. (1957): Starch gel elektroforesis of cattle serum proteins. *Bioch. J.*, 67: 328.
2. Ashton, G. C. (1959): Beta globulins alleles in some Zebu cattle. *Nature*, 184: 1135-1136.
3. Ashton, G. C., Lampkin, G. H. (1965): Serum albumin and transferrin polymorphism in East African cattle. *Nature*, Lond., 205: 209.
4. Ashton, G. C. (1972): Serum post-albumins and fertility in dairy cattle. *Proc. 13th Intern. Conf. Anim. Blood Groups and Biochem. Genet.*, Viena, str.34.
5. Braend, M. (1971): Hemoglobin variants in cattle. *Anim. Blood Grps biochem. Genet.*, 2: 15-21.
6. Buschmann, H., D. O. Schmid (1964): Untersuchungen über den genetischen Serumtransferrin- und Hemoglobinpolymorphismus deutscher Rinderrassen. *Zbl. Vet. Med. A* 11: 235-243.
7. Cabannes, R., C. Serain (1955): Heterogeneite de l'hémoglobine des bovides. Identification électrophoretique de deux hémoglobines bovines. *C.r. Soc. Biol.*, Paris, 149: 7-10.
8. Caput, P., M. Posavi, M. Kapš, Jasmina Lukač-Havranek, M. Ernoić, Zlata Gašpert (1992): Genetski polimorfizmi krvi i mlijeka nekih pasmina goveda. *Stočarstvo*, 46: 323-336.
9. Efremov, G. D., Linda L. Smith, Betty P. Barton, T. H. J. Huisman (1971): Studies on bovine transferrin; isolation and partial characterization. *Anim. Blood Grps biochem. Genet.*, 2: 159-177.

10. Efremov, G. D., T. Čižbanovski, R. Ilkovski, V. Peševska (1979): Proteinski i enzimski polimorfizam kod rasa goveda u SR Makedoniji. 2. Ispitivanja o asocijaciji sa produktivnim i reproduktivnim karakteristikama. *Stočarstvo*, 33: 205-216.
11. Efremov, G. D., T. Čižbanovski, R. Ilkovski, V. Peševska (1979): Proteinski i enzimski polimorfizam kod rasa goveda u SR Makedoniji. 1. Distribucija hemoglobinskih, transferinskih, albuminskih, karboanhidraznih i amilaznih tipova. *Stočarstvo*, 33: 73-80.
12. Ford, E. B. (1945): *Polymorphism Biol. Rev.* 20: 73.
13. Gahne, B. (1962): Recent studies on serum protein polymorphism in cattle. 8th European Anim. Blood Group Conf., Ljubljana.
14. Gahne, B. (1963): Inherited variations in the post-albumins of cattle serum. *Hereditas*, 50: 126-135.
15. Gašpert Zlata, P. Caput, M. Posavi (1990): Polimorfizam transferina i hemoglobina podolskog goveda. *Agronomski glasnik*, 1-2: 31-36.
16. Geldermann, H. (1969): Darstellung und Beschreibung des Transferrin- und Postalbuminpolymorphismus bei einigen Deutschen Rinderrassen. Disertacija, Gottingen.
17. Karlson, P. (1988): *Biokemija. Školska knjiga*, Zagreb.
18. K (1970): Determination of the transferrin phenotypes and their gene frequencies in bulls of the pinzgau cattle. *Acta zootechnica*, 20: 7-13.
19. Medugorac, I. (1995): Genetischer Polymorphismus in Rinderrassen des Balkan und Phylogenie europäischer Rinder. Disertacija, München.
20. Mitscherlich, E. (1965): Genetische Beziehungen zwischen Eigenschaften des Blutes und Leistungsmerkmalen bei verschiedenen Haustierarten. *Züchtungskunde*, 37: 375-387.
21. Osterhoff, D. R., J. A. H. Van Herden (1964): Tf^a-a new transferrin allele in cattle. *Proc. 9th Eur. Anim. B.G. Conf.*, Prag.
22. Smithies, O., Hickman C. G. (1958): Inherited variants in the serum proteins in cattle. *Genetics*, 43: 374-385.
23. Zwiauer, Dorette (1980): Beziehungen zwischen biochemischen Markergenen und Leistungseigenschaften beim Rind. Beihefte zur Zeitschrift für Tierzüchtung und Züchtungsbiologie, Verlag Paul Parey.

GENETIC BLOOD PROTEIN POLYMORPHISMS IN CROATIAN TYPE OF GRAY CATTLE

Summary

Frequencies of polymorphic blood proteins (Hb, Tf, Pa) in the Croatian gray cattle have been investigated, thus contributing to a better understanding of the phylogenesis of this breed of the Croatian coastal area. The Croatian gray cattle, by its number the fourth breed of cattle in Croatia, was created by centennial breeding and selection work on the genome of the autochthonous busa (*bos brachyceros europaeus*). Hb allele frequencies are similar to the frequencies in the Austrian gray cattle, indicating the phylogenetic relationship of these populations. Tf allele frequencies are similar to the frequencies in the Macedonian busa and gatac cattle, while they are different from the frequencies in Austrian gray cattle, which shows the peculiarity of the population of Croatian gray cattle. Pa allele frequencies are similar to Pa allele frequencies in related breeds.

Together with the genetic blood protein polymorphisms in the breeds in Croatia (Istrian, simmental and Slavonian - podolian cattle) studied so far, this investigation completes the collection of the gene fund in Croatia, which enables the following of variability changes in those populations.

Primljeno: 10. 4. 1997.