

GENETSKI I OKOLIŠNI PARAMETRI U PROCJENI TRKAČIH PERFORMANSI KASAČA

M. Čačić ⁽¹⁾, S. Šimundža ⁽²⁾

Pregledni znanstveni članak
Scientific review

SAŽETAK

Uzgojni cilj i selekcijske mjere u uzgoju kasačkih konja podređeni su proizvodnji grla sa što većom brzinom u kasu. Procjena performansi trkaćih konja značajna je zbog spoznaje učinka grla na konjičku industriju. Vredniji konji u utrkama i veći nagradni fond, rezultira većom posjećenosti hipodroma i većim uplaćenim novcem u klađenju. Trkaća konjička industrija svake godine bilježi veliki broj podataka koji se koriste u predviđanju tijekom uzgoja grla sa što većim trkaćim performansama. Na trkaće performanse utječe veliki broj genetskih i okolišnih (negenetskih) čimbenika, koji su posljedica različitih utjecaja okoline te su, stoga, i više varijabilni. U radu dajemo pregled najznačajnijih genetskih i okolišnih parametara koji se koriste u modelima procjene uzgojnih vrijednosti trkaćih konja, u ovome slučaju kasača.

Ključne riječi: kasač, genetski parametri, okolišni parametri, procjena trkaćih performansi

UVOD

Uzgojni je cilj trkaćih pasmina konja uzgojiti konje sa što većom brzinom u kasu, odnosno galopu. Sportski uspjeh grla unutar konjičke industrije mjeren je trkaćim performansama (radna sposobnost u kretnji galopom ili kasom), stoga je razumljivo da se ulažu veliki napor u maksimiziranje trkaćih performansi svakoga konja. U cilju utvrđivanja heritabiliteta trkaćih performansi (naročito brzine) koriste se svi raspoloživi podaci. Na trkaće performanse utječe veliki broj genetskih i okolišnih (negenetskih) parametara, koji još uvijek nisu dovoljno poznati, a studije o istim parametrima i njihovom utjecaju, treba provesti prije uvođenja selekcijskih kriterija u uzgoj trkaćih konja. To govori da za svaku nacionalnu populaciju kasača treba osmisлити specifičan model procjene trkaćih performansi (uzgojnih vrijednosti), ali uz obveznu analizu svih parametara koji se žele uključiti u model. Općenito, u budućnosti će se pri odabiru konja u provedbi uzgojnoga programa vjerojatno sve više povećavati interes za genske markere (marker – assisted selection – MAS), koji će prije biti vrijedna dopuna procjenama uzgojne vrijednosti dobivenim metodologijom mješovitih modela (Best Linear Unbiased Prediction – BLUP), nego njezina zamjena (Thiruvenkadan i sur., 2009.)

MODELI I PROBLEMATIKA PROCJENE TRKAČIH PERFORMANSI KASAČA

U najvećem broju slučajeva, cilj je uzgoja svih domaćih životinja dobivanje ekonomske koristi. U cilju

postizanja najveće ekonomske koristi od trkaćih konja, nužnim se smatra unaprjeđenje značajnih svojstava mijenjanjem genetske konstitucije cjelokupne populacije (Dušek, 1971.). Ključ je genetskog unaprjeđenja procjena uzgojne vrijednosti i selekcijske osnove. Procjenu uzgojne vrijednosti osiguravaju podaci o proizvodnim rezultatima grla i s njima rodbinski povezanih jedinki. Vjerodostojnost tih informacija ovisi o heritabilitetima svojstava, sumi i distribuciji informacija te stupnju genetske povezanosti između jedinki. Najvjerodostojnija procjena uzgojne vrijednosti postiže se progenim testom i to sparivanjem jedinki s velikim brojem nasumično odabranih jedinki iz populacije. Većina modela za predviđanje vrijednosti grla obuhvaća procjenu heritabiliteta za različite mjere trkaćih performansi, u cilju selekcije i uzgoja pobjednika (Physick – Sheard, 1986.b).

Spoznaje o genetici, statističkoj i informatičkoj znanosti, kreiraju mogućnosti za objektivnu procjenu uzgojne vrijednosti domaćih životinja (Árnason, 1993.). Preduvjet je da uzgajivači imaju jasno definiran uzgojni cilj i da su zabilježeni podaci velikoga broja jedinki za osobine koje su značajne za postizanje uzgojnoga cilja te podaci okolišnih čimbenika. Genetska informacija sadržana u gametama roditelja determinira genetsku vrijednost potomstva, a dodatni okolišni utjecaj genima jedinke odražava kvantitativne osobine, definirane kao uzgojnu vrijednost jedinke za pojedino svojstvo.

(1) Dr.sc. Mato Čačić – Hrvatska poljoprivredna agencija, Ilica 101, Zagreb (mcacic@hpa.hr), (2) Stjepan Šimundža, dr.vet.med. – Viteško alkarsko društvo – Alkarska ergela d.o.o., Šetalište Alojzija Stepinca 2, Sinj

Uzgajivači u odabiru rasplodnih grla kombiniraju informaciju istrčanih vremena u treninzima i utrkama s procjenom iz rodovnika, ali treba istaknuti da je takva procjena subjektivna sinteza raspoloživih informacija (Tolley i sur., 1983.).

Uzgoj trkačih konja ima veliku dobit od genetskoga predviđanja iz podataka nastalih objektivnim mjerenjima brzine u utrkama. Trkaća konjička industrija godišnje producira veliku sumu podataka, kao što su trkači i uzgojni podaci, podaci organizatora natjecanja, podaci o stanju trkačih staza i vremenskim uvjetima za vrijeme održavanja utrka, a analiza tih podataka daje niz informacija svim razinama menadžmenta trkaće konjičke industrije (Physick-Sheard, 1986.a). Selekcija na temelju performansi ima velik značaj u uzgoju konja, a podaci trebaju biti razdvojeni prema tipu performanse i pasmini (Dušek, 1981.). Sistem procjene performansi i drugih komercijalnih karakteristika odabire se temeljem tipa konja, a objektivnost u njihovom određivanju osnova je procjene genetske vrijednosti roditelja. Vrijeme u utrci, zarađeni novac i perfektnost kretnji karakteriziraju trkaće performance kasača (Katona, 1979.). Za svakoga konja bilježi se vrijeme u utrci, koje se preračunava u prosječno vrijeme na udaljenost od 1000 metara, osim ako konj nije diskvalificiran iz utrke. Perfektnost koraka definira se kao udio korektno istrčanih utrka od ukupnoga broja nastupa (startova), uključujući i diskvalifikacije (isključenje iz utrke). Na spomenute tri karakteristike kasača utječe veliki broj parametara, stoga je prvi korak u procjeni uzgojnih vrijednosti definirati parametre koji na njih utječu.

U cilju postizanja boljih uzgojnih rezultata i uzgoja konja većega trkačega kapaciteta, uzgajivači pokazuju interes za primjenu modernih spoznaja i metodologija (Árnason, 1994.). U procjenama uzgojnih vrijednosti kao najčešći genetski parametar koristi se brzina u utrci i zarada, a od drugih plasman u utrci, zarada po startu (utrci), broj startova i dr. (Richard i sur., 2000.).

U procjeni uzgojnih vrijednosti trkačih konja postoje određene otegotne okolnosti koje otežavaju precizniju procjenu, od kojih su najvažnije: mali broj potomaka po rasplodnome pastuhu i godištu, umanjeno genetske heterogenosti zbog sjedinjavanja nacionalnih populacija putem rasplodnih pastuha i velika dobna razlika između rasplodnih pastuha (Distl i sur., 1982.). Tip treninga i pasmina parametri su koji općenito otežavaju usporedbe performansi sportskih konja (Richard i sur., 2000.). Za razliku do engleskoga punokrvnjaka, performanse kasača karakterizirane su kvalifikacijskim testovima prije početka trkaće karijere, dužom trkaćom karijerom, relativno kraćim vremenom selekcije i uključivanjem više od jedne pasmine kasača (američki, francuski, nordijski i dr.). Problem u odabiru modela procjene trkačih performansi predstavljaju konji koji nikada nisu nastupali u utrkama i koji, stoga, ne osiguravaju podatke za procjenu vlastitoga trkačega kapaciteta (Árnason, 1994.; Thuneberg – Selonen i sur., 2001.; Ojala i Van Vleck, 1981.). S druge strane, za procjenu uzgojne vrijednosti

nužno je obuhvatiti čitavu populaciju potomaka svakoga rasplodnoga pastuha. Treba istaknuti da heritabilitet potomaka treba procijeniti temeljem rezultata ostvarenih na trkaćoj stazi, a to se odnosi i na ona grla koja nisu osvojila niti jedan plasman (prva četiri mjesta) ili novčanu zaradu. Veći broj potomaka koji nemaju zaradu, ali i veće zarade onih koji su je ostvarili, stvaraju značajno veću mogućnost pogreške u procjeni heritabiliteta. Činjenica da neki konji nikada ne budu trenirani i nikada ne nastupe u natjecanju smatra se velikim nedostatkom u procjeni genetskoga napretka, jer su, možda, grla s dobrim trkaćim potencijalom (Ricard, 1998.). Ponekad nedostatak informacija o natjecateljskim rezultatima nije prouzročen neuvođenjem grla u sport, nego izvozom u drugu zemlju, iz koje se nikad ne dobiju povratne informacije o njegovim sportskim i reprodukcijским rezultatima.

Glavni razlozi da trkaće grlo koje je uvedeno u trening nikada ne započne sportsku karijeru su ozljede, bolest, loša ćud i slaba talentiranost te slab tjelesni razvoj i kasnozrelost (Saastamoinen, 1990.; Saastamoinen, 1991.). Konji koji su i nastupili u utrkama također mogu biti bez sportskih rezultata (Ojala i Van Vleck, 1981.). To se događa u slučajevima kada konji niti jednu utрку ne istrče u cijelosti uspješno te posljedično nemaju podatke o istrčanome vremenu i plasmanu.

Gaffney i Cunningham (1988.) smatraju da se pobjednička vremena u utrkama posljednjih desetljeća nisu značajno poboljšala, unatoč intenzivnoj selekciji i relativno visokim heritabilitetima trkačih performansi, a kao jedino moguće objašnjenje navode iscrpljenost (ispražnjenost) aditivne genetske varijance strogom selekcijom. Bailey (1998.) također smatra da su kroz godine uzgajivači iscrpili genetski potencijal u proizvodnji brzih trkačih konja, a tezu temelji na činjenici da se u posljednjih 50 godina nije značajno poboljšalo istrčano vrijeme konja pobjednika značajnih utrka. Stoga se smatra da poboljšanje trkačih performansi treba potražiti u selekciji povećanja fizioloških granica, a kao jedan od najznačajnijih je nagomilavanje mliječne kiseline tijekom fizičke aktivnosti. Suprotno zaključcima Gaffneya i Cunninghama (1988.) i Baileya (1998.), Pieramati i sur. (2011.), proučavajući trend životnih trkačih rekorda u populaciji talijanskih kasača, zaključuju da još uvijek fiziološki limit nije postignut i da će trend poboljšanja rekordnih vremena kasača biti pozitivan čak još jedno stoljeće.

1. GENETSKI PARAMETRI

Brzina konja može se mjeriti na nekoliko načina (Ojala, 1982.): izravno, temeljem istrčanoga vremena u utrci, i neizravno, na temelju zarađenoga novca ili plasmana u utrci. Vrijeme u utrci, zarada i plasman u međusobnoj su uskoj genetskoj korelaciji, i unutar i između dobni klasa, a smatraju se dobrim genetskim parametrima, jer su raspoloživi za sve svjetske populacije kasača (Árnason, 1994.). Genetske korelacije između vremena u utrci, zarade i plasmana povoljne su, ali zbog

veće nasljednosti sposobnost brzoga kasa čini se da više odgovara za procjenu uzgojne vrijednosti kasača (Thiruvenkadan i sur., 2009.). Brzina u kasu rezultat je složene interakcije između anatomskih, fizioloških i okolišnih čimbenika, kao što su veličina tijela, morfologija ekstremiteta, razina obuke, dužina trkaće distance na kojoj se mjeri vrijeme i uvjeta podloge trkaće staze. Korelacije između ostvarene zarade i brzine u utrci negativne su i visoke, time i povoljne za selekcijske svrhe.

1.1. Brzina ili vrijeme u utrci (trkaće vrijeme)

Brzina je kasa usko povezana s uspjehom u utrkama, a konji koji su pobjednici u utrkama moraju održavati visok prosjek brzine tijekom sportske karijere (Ricard, 1998). Brzina može biti izražena kao vrijeme po jedinici distance (kilometar ili milja) ili kao ekvivalent distance po jedinici vremena. Druga je izravna mjera relativna brzina, koja predstavlja vrijednost približnu razlici mjerenja konjskih dužina u odnosu na pobjednika u utrci. Ukoliko se uzme u obzir izravno mjerenje brzine, odnosno brzina kao istrčano vrijeme ili najbolje istrčan životni rekord, vrijeme može biti nekompletno. Ipak, brzina u utrci najčešće je korištena mjera performansi kasača, ali je raspoloživost trkaćih rekorda reducirana samo na dio populacije koji je nastupao u utrkama (Rönningen, 1975.; Ojala i Van Vleck, 1981.; Tolley i sur., 1983.; Thuneberg – Selonen i sur., 1999.). Većina autora u modelima procjene uzima normalnu distribuciju trkaćih rekorda, koja odražava slabu pozitivnu nakošenost (Árnason, 1994.). Logaritamske transformacije trkaćih rekorda (\log_{10} - najbolje rekordno vrijeme po kilometru u sekundama) daju nešto uži set podataka za normalnu distribuciju. Stoga su transformacije selekcijski privlačnije za predviđanje genetskih promjena i više ih se preferira u modelima procjene trkaćih performansi u populacijama kasača s „dubljim“ rodovnicima (poznat veći broj generacija predaka).

Rekordna istrčana vremena dijele se na rekorde ostvarene na natjecanjima i kvalifikacijskim utrkama (Physick – Sheard, 1986.b). Za razliku od natjecanja, u kvalifikacijske utrke nije uključena kladionica, a svrha je održavanja isključivanje iz utrka konja slabijih trkaćih performansi. Loša grla u natjecanju stvaraju preveliku razliku u performansu svih konja koji nastupaju, a to utrke čini manje neizvjesnim i predvidljivijim. Rezultat toga je manja atraktivnost utrka za posjetitelje, a zbog predvidljivosti manji profit za kladionicu. U modelima procjena trkaćih performansi u obzir se uzimaju uglavnom rekordi ostvareni na natjecanjima, a ne na kvalifikacijskim utrkama. U Hrvatskoj još uvijek nema uspostavljenoga kladioničarskoga sustava te nema ni potrebe za podjelom utrka na te dvije skupine.

Termin “mark” znači najbolje (najbrže) istrčano pobjedničko vrijeme na udaljenost od jedne milje u službenoj utrci i razlikuje se od termina “rekordno istrčano vrijeme”, za kojeg nije nužno da je istovremeno i pobjedničko (Physick – Sheard, 1986.b). Mark rekord mijenja se ako konj kroz vrijeme postigne bolji trkaći rezultat, a razlikujemo podjelu na godišnji i životni, ili mark karijere.

1.2. Zarada

Zarađeni novac smatra se logičnom mjerom trkaćih performansi kasača (Minkema, 1975.). Velik broj autora mjeri performansi sportskih konja njihovom zaradom ili bodovima dodijeljenim za plasman u natjecanju (Ricard, 1998.). Zarada je eksponencijalno distribuirana u funkciji rangiranja natjecanja, jer želja za pobjedom postoji, ako je značajna razlika u novčanoj nagradi između pobjede i drugoga mjesta. Takva „sirova“ performansi skala atraktivna je za natjecanja, ali nije adekvatna za genetsku procjenu. Izvještaji s natjecanja često se registriraju kao zarade i taj je parametar koristan, ali postoji problem u standardiziranju zarade transformacijom u konja koji ne ostvare zaradu u utrkama. Problem zarade kao parametra izraženo je nakošena normalna distribucija zbog velikoga raspona u iznosu zarađenoga novca od konja do konja. Logaritamska transformacija zarade i brzine u kasu osigurava približno normalnu distribuciju (Klemetsdal, 1994.), a posebno se pokazala prikladnom za normalnu distribuciju životnih trkaćih rekorda (Pieramati i sur., 2011.). Unatoč poteškoćama koje postoje, zarada je ipak prikladan kriterij za procjenu, ali je samo transformacija ranga prikladna u statističke svrhe (Tavernier, 1990.). Važno je istaknuti da što je veći broj potomaka pastuha koji nikada nisu osvojili novčanu nagradu i što su veće osvojene nagrade polubračne, to je veća mogućnost pogreške u procjeni heritabiliteta te, zbog toga, zarađeni novac možda nije dobra varijabla (Katona i Osterkorn, 1977.).

1.3. Plasman

Pojedini autori pomoću plasmana pokušavaju procijeniti linearnu mjeru trkaćih performansi kasača, jer transformacija plasmana može poboljšati izgled normalne distribucije (Árnason i sur., 1982.; Ojala, 1987.).

1.4. Utjecaj spola

Superiornost muških nad ženskim grlima utvrđena je analizom mnogih osobina trkaćih performansi (Ojala i Hellman, 1987.). Razlike u istrčanome vremenu između spolova odražavaju različite fiziološke karakteristike muških i ženskih jedinki za vrijeme utrke (Jelínek, 1988.). Spol značajno utječe ne samo na trkaće rekorde, nego i na zarađeni novac i perfektnost koraka (Katona, 1979.), a bolja trkaća sposobnost muških grla uočava se već u kvalifikacijskim startovima (Saastamoinen i Ojala, 1991.b). Životni je rekord grla u statistički značajnoj interakciji s dobi pri prvome startu, dužinom sportske karijere i spolom. Iako u pravilu muška grla postižu bolje sportske rezultate (Röhe i sur., 2002.), u populaciji američkoga kasača finskoga uzgoja utvrđeno je suprotno, da mlade kobile ostvaruju bolje sportske rezultate od muških grla (Saastamoinen i Ojala, 1994.). Pojedini studijama utvrđeno je da muška grla započinju sportsku karijeru ranije i da traje duže u odnosu na žensku (Saastamoinen, 1991.; Saastamoinen i Ojala, 1991.b; Thuneberg – Selonen i sur., 2001.; Physick-Sheard, 1986.a). Physick-Sheard (1986.a), analizirajući trkaće performanse kanadskih kasača, utvrđuju prosječno trajanje sportske karijere od 4,13 godina, s varijacijom od

jedne do deset godina, odnosno 4,76 u pastuha, kastrata 4,72 i kobile 3,38 godina. Nije utvrđena značajna razlika u trajanju sportske karijere između pastuha i kastrata, ali je značajna između pastuha i kastrata u odnosu na kobile. Iako statistički nije bilo značajno, pastusi i kastrati započinju karijeru tri do četiri mjeseca ranije od kobile. Nije utvrđena značajna razlika u prvome startu između pastuha, kastrata i kobile koji su startali kao dvogoci, ali ukupna suma zarađenoga novca od nagrada u pastuha bila je viša od dvostruko veće u odnosu na kobile i kastrate. Razlika je obrazložena većim prosječnim godišnjim brojem startova pastuha (9,10) u odnosu na kobile (5,28) i kastrate (5,40). U populaciji američkoga kasača švedskoga uzgoja potvrđen je duži natjecateljski život pastuha i kastrata u odnosu na kobile (Árnason, 2006.).

Ženska grla znatno manje nastupaju u utrkama u odnosu na pastuhe i kastrate (Phisick – Sheard, 1986.b). Suprotno, u populaciji američkih kasača utvrđeno je da su ženska grla započinjala sportsku karijeru ranije u odnosu na muška (Saastamoinen, 1991.; Saastamoinen i Ojala, 1994.). Ista spoznaja dobivena je i u populaciji čeških kasača, s tim da svoj vrhunac trkaćih performansi kobile ostvaruju oko godinu dana ranije u odnosu na muška grla (Jelínek, 1991.). Raniji početak nastupanja i raniji vrhunac performansi objašnjiv je činjenicom da uzgajivači žele što ranije, prije uvođenja kobile u rasplod, postići njen životni trkaći rekord (Saastamoinen i Ojala, 1994.; Jelínek, 1991.).

Mlađa početna ili startna dob i duža trkaća karijera muških grla, kao i njihove bolje performanse, mogu biti objašnjene i fiziološkim razlikama između spolova (Saastamoinen, 1991.). Očito je da se bolji uspjeh u utrkama očekuje od muških grla, a veće očekivanje rezultira i intenzivnijim treningom. Physick – Sheard (1986.a) u populaciji kanadskih kasača ne utvrđuju razliku između spolova u dobi pri prvome startu, a Saastamoinen (1990.) u populaciji finskih kasača ne utvrđuje značajnu razliku između spolova u razvoju ždrebadi. Zanimljivo je istaknuti studiju provedenu u populaciji danskih kasača, u kojoj je utvrđena veća uzraslost ženskih grla na početku karijere (Minkema, 1975.).

Superiornost muških grla utvrđena je i u trkaćim pasminama konja Quarter (Buttram i sur., 1988.a) i engleskoga punokrvnjaka (More, 1999.; Villela i sur., 2002.; Mota i sur., 2005.). Superiornost muških grla utvrđena je i u hrvatskoj populaciji kasača (Čačić i Caput, 2003.). Prosječno rekordno istrčano vrijeme populacije iznosilo je 1 minutu, 24 sekunde i 2 stotinke (1.24,2) s varijacijom od 1.14.2 do 1.35.6. Prosječno istrčano vrijeme pastuha (1.22,7) bilo je bolje za 3,5 sekunde u odnosu na kobile (1.26,2). Zanimljivo je da Buttram i sur. (1988.b) utvrđuju povećanje superiornosti muških grla proporcionalno s dužinom trkaće distance (dužine utrke), što nije uočeno u drugim istraživanjima. Vrijedno je istaknuti i to da kod muških grla kastracija može imati značajan utjecaj na trkaće rezultate, kao što je utvrđeno u populaciji mađarskih kasača, u kojoj su pastusi imali značajno bolja rekordno istrčana vremena u odnosu na kastrate (Dušek, 1979.).

1.5. Ostali genetski parametri

Pored glavnih parametara (vrijeme u utrci, zarada i plasman), postoje i neki manje korišteni parametri u procjeni uzgojnih vrijednosti kasača, odnosno trkaćih konja:

- 1.) Zdravlje i izdržljivost - značajne su osobine u uzgoju kasača, ali kao izravna mjera nisu raspoloživi u obliku jedinstvenoga seta podataka.
- 2.) Mjesto starta - parametar je koji je moguće koristiti, ali činjenica da se broj grla u utrkama razlikuje otežava uključivanje u modele procjene.
- 3.) Start status - slabiji je parametar, jer u svim nacionalnim populacijama postoji udio konja koji nikada ne nastupi u utrkama i procjenjuje se da u prosjeku iznosi oko 40%.
- 4.) Diskvalifikacija – kao parametar je širok pojam i može dati djelomičan podatak o trkaćim performansama, a može biti prouzročena psihičkom nestabilnošću grla na stres tijekom održavanja utrka ili fizičkom nepripremljenošću, vozačem itd., ili kombinacijom spomenutih uzroka, a najčešći je razlog diskvalifikacije konja iz utrke prelazak u galop i nepravilan („nečist“) kas. Diskvalifikacija može biti mjera temperamenta i izdržljivosti (Saastamoinen i Ojala, 1991.a).
- 5.) Radiološke pretrage nogu – ponekad su indikatori anomalija ili ozljeda udova, a u mnogim se zemljama koriste pri odabiru za rasplod pastuha vrhunskih trkaćih performansi.

No, treba istaknuti da uključivanje dodatnih manje korištenih parametara u procjenu uzgojnih vrijednosti kasača nije djelotvorno zbog njihove niske nasljednosti i visoke genetske korelacije između glavnih trkaćih parametara (Sountama, 2012.).

2. OKOLIŠNI PARAMETRI

Na trkaće rezultate kasača, pored genetskih, utječe veliki broj okolišnih (negenetskih) parametara, kao što su: dob, dob pri prvome startu, mjesec, godina, mjesto i sezona oždrebljenja, nasumični utjecaj majke i stada i dr. Modeli koji uključuju individualne utrke stvaraju dodatne fiksne parametre, kao što su hipodrom, dužina utrke, način startanja, podloga trkališta i dr. Uključivanje trenera i vozača kao okolišnih parametara u model procjene kasačkih performansi stvara niz tehničkih prepreka, od kojih je najznačajnije često mijenjanje trenera i vozača, što posebno otežava procjenu kad se koriste modeli temeljeni na akumuliranim trkaćim rezultatima (Árnason, 1994.). Druga prepreka je kako te parametre statistički tretirati, jer je logično da su utjecaji trenera i vozača nasumični po svojoj prirodi. Veliki broj genetskih i okolišnih čimbenika koji utječu na trkaće performanse kasača, ali i drugih sportskih konja, značajno otežavaju procjene uzgojnih vrijednosti, u cilju postizanja postavljenih uzgojnih ciljeva. No, implementiranjem BLUP modela u genetskoj ocjeni kasača, moguće je ipak donijeti vjerodostojnu procjenu uzgojne vrijednosti.

2.6. Utjecaj dobi

Dob značajno utječe na trkaće performanse konja (Ojala i Van Vleck, 1981.). Mlađa startna dob kasača reducira troškove uzgoja i treninga, odnosno povećava profitabilnost uzgoja i omogućava raniju i precizniju selekciju i uzgoj (Saastamoinen, 1991.). Dob početka treninga i nastupanja u utrkama ovisi o stupnju razvoja i vremenu sazrijevanja, ali i o abnormalnosti u rastu, otpornosti na ozljede i druge bolesti. Stoga se odluka o početku treninga i natjecanja mladoga konja mora donijeti u suglasju između uzgajivača, vlasnika i trenera.

Mlađi konji ostvaruju slabija trkaća vremena (Katona i Osterkorn, 1977.; Phisick – Sheard, 1986.b; Thuneberg – Selonen i sur., 1999.). Razlika između prosječno istrčanoga vremena u njemačkih kasača između dvogodaca i grla starih deset godina iznosi 3,2 sekunde (Katona, 1979.). Dob, kao i spol, značajno utječe na svojstvo vremena u utrci, zarade i perfektnost koraka. U njemačkih kasača od uvođenja u sportsku karijeru, vrijeme u utrci i perfektnost koraka poboljšava se do desete godine života, a nakon toga opada. Godišnja se zarada, također, povećava s dobi, rekordna godina života po zarađenoj novcu sedma je, dok kasnije godišnji iznos zarade postupno opada. Značajno za istaknuti je da se i broj pobjeda također značajno povećava do sedme godine života (Katona i Osterkorn, 1977.).

U kanadskih kasača prosječna dob pri prvoj utrci iznosi 3,37 godina, s varijacijom od dvije do devet godina, a najveći broj grla starta u trećoj godini života (Physick – Sheard, 1986.a). Vrh trkaćih performansi javlja se u potpuno tjelesno formiranih grla. U belgijskih kasača vrh trkaćih performansi u dobi je od 7,5 do 8 godina (Leroy i sur., 1989.), a u čeških kasača sa 7,56 godina (Jelínek, 1991.).

2.7. Utjecaj vanjštine i kretnji na performanse

Vanjština je značajna za postizanje vrhunskih sportskih rezultata i zdravlje sportskih konja, a iskustva govore da su mnoge bolesti lokomotornoga sustava povezane s lošom konformacijom, posebice s pogreškama nogu (Dolvik i Klemetsdal, 1999.). S obzirom na to da je nepoželjna vanjština često uzrok lošega zdravlja, najčešći je razlog neuvođenja mladih konja u trening i natjecanje, zbog kojeg ostvaruju loše sportske rezultate (Saastamoinen, 1991.). Nepoželjna je vanjština najznačajnija predispozicija da grlo zbog ozljeda bude isključeno iz treninga ili prekine sportsku karijeru, stoga su dobra konformacija i kretnje značajni i za postizanje visokih prodajnih cijena (Burns i sur., 2006.). Slabiji tjelesni razvoj i kasnozrelost također doprinose kasnijem početku trkaće karijere ili neuvođenju mladih grla u natjecanja (Saastamoinen, 1990.). U usporedbi sportskih rezultata kasaćih konja prema načinu kretnji (kasać ili pacer), nisu utvrđene značajne razlike između konja koji su se počeli natjecati u dobi od dvije godine, ali jesu u broju utrka u konja koji su prvi puta startali s tri i četiri godine (Physick – Sheard, 1986.b). Naime, paceri su tijekom sportske karijere istrčali značajno više utrka od kasača.

Istraživanjem povezanosti tjelesnih izmjera i rekordno istrčanoga vremena u populaciji hrvatskih kasača, utvrđeno je da su tjelesne izmjere usko povezane s rekordnim vremenom i to uglavnom negativno (Čačić i Caput, 2003.). U navedenoj studiji gotovo sve analizirane tjelesne izmjere, relativne tjelesne mjere, tjelesni indeksi te procijenjena tjelesna težina, u negativnoj su korelaciji s rekordnim životnim istrčanim vremenom u utrci. Autori zaključuju da konji većeg okvira i razvijenijega trupa ostvaruju bolje sportske rezultate, ali napominju da na uzgoj i formiranje sportskoga konja, u ovome slučaju kasača, utječe veliki broj okolišnih čimbenika. Analiza genetskih korelacija između tjelesnih mjera i trkaćih performansi u populaciji finskih kasača potvrđuje da pri odabiru kasača koji će biti uvedeni u trening i sport treba favorizirati konje razvijenijeg uzrasta (Sountama, 2012.). Karakter i način kretnji kasača imaju visoku genetsku korelaciju s trkaćim performansama te ih treba, također, obvezno uzeti u obzir pri odabiru konja koji će se uvesti u sportska natjecanja.

2.8. Utjecaj godine oždrebljenja

Utjecaj godine oždrebljenja na trkaće rezultate skroman je, a za to je, vjerojatno, odgovoran kratak niz uzastopnih godina oždrebljenja u setu podataka (Árnason i Svendsen, 1991.). Utjecaj godine oždrebljenja možda je bolje razmatrati kao utjecaj trkaće godine. Kada su istodobno istaknuti genetski trend i glavna natjecanja, nužno je uključiti godinu oždrebljenja, kao fiksni efekt u statističkome modelu.

2.9. Utjecaj mjeseca oždrebljenja

Iako pojedini autori smatraju da je utjecaj mjeseca oždrebljenja na trkaće performanse precijenjen od uzgajivača i vlasnika, koji žele imati prednost relativne starosti svojih konja u odnosu na druge (Cunningham, 1986.), superiornost konja oždrebljenih ranije u godini ili inferiornost konja oždrebljenih kasnije u godini utvrđena je u mnogim istraživanjima (Saastamoinen i Ojala, 1991.b; Langlois i Blouin, 2004.; Physick – Sheard, 1986.a i dr.). Logično objašnjenje za superiornost konja oždrebljenih ranije u godini veća je tjelesna razvijenost te duže razdoblje treninga prije uvođenja u natjecanje (Hintz i sur., 1979.; Saastamoinen, 1990.). Mlađi konji nastupaju u utrkama prema godini oždrebljenja, a dobna razlika između kasača koji zajedno nastupaju u utrci može biti čak do godine dana, ukoliko je neko grlo oždrebljeno u siječnju, a drugo u prosincu iste godine. Za dobnu razliku između mladih konja koji se prvi puta natječu djelomično su odgovorne i kobile, koje su pokazale lošije trkaće rezultate, te su, zbog toga, isključene iz sporta i pripuštene krajem pripusne sezone. Također je moguće da su konji oždrebljeni ranije u godini ne samo razvijeniji nego i talentiraniji. Analizom utjecaja mjeseca oždrebljenja u populacijama američkoga i finskoga kasača, utvrđeno je da su konji oždrebljeni između siječnja i svibnja prema istrčanome vremenu u utrci bili superiorniji od drugih vršnjaka (Saastamoinen i Ojala, 1991.b). Utjecaj mjeseca oždrebljenja američkoga kasača statistički je bio značajan u analizi ranih trkaćih rekorda na početku karijere,

odnosno kroz prve tri ili četiri dobne skupine (Grafikon 1.). Američki kasači oždrebljeni u svibnju i ranije u godini imali su bolje trkaće rezultate, a najlošije performanse zabilježene su u konja oždrebljenih u kasno ljeto i jesen. Suprotno, u populaciji finskih kasača najbolji trkaći rezul-

tati utvrđeni su u konja oždrebljenih u rano ljeto. Nije potvrđeno da je superiornost prouzročena većim brojem utrka ili startova, jer konji oždrebljeni ranije u godini nisu imali veći broj startova od vršnjaka oždrebljenih kasnije u godini.



Grafikon 1. Utjecaj mjeseca oždrebljenja kasača na rekordno vrijeme u utrci (Sastamoinen i Ojala, 1991.)

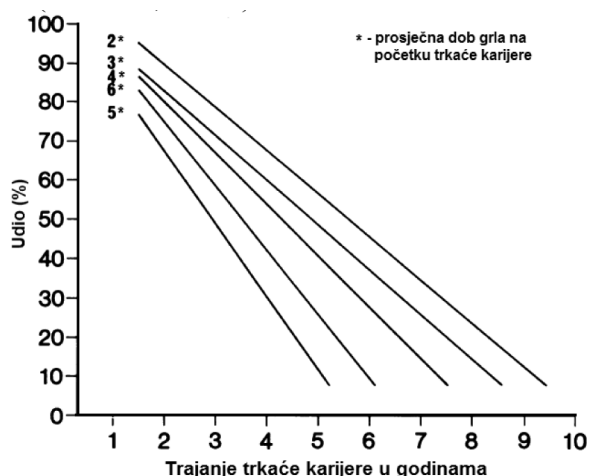
Graf 1. Influence of month of birth on best time in Standardbred trotters (Sastamoinen and Ojala, 1991)

2.10. Povezanost dobi prvoga starta i dužine trkaće karijere

Poboljšanje trkaćih rezultata i broj startova rastu s dobi, a konji koji započnu trkaću karijeru mlađi i utrkuju se tijekom nekoliko uzastopnih godina superiorniji su od drugih konja (Saastamoinen i Ojala, 1991.a; Saastamoinen i Ojala, 1994.; Villela i sur., 2002. i dr.). Trkaći rezultati poboljšavaju se s porastom broja uzastopnih trkaćih godina, ali i kroz pojedinu trkaću godinu (Ojala i sur., 1987.). Što su uspješniji nastupi na natjecanjima, sigurnija je pretpostavka za dugu sportsku karijeru i manju stopu izlučenja (Richard i Fournet-Hanocq, 1997.; Saastamoinen i Ojala, 1994.). Drugi važan čimbenik koji utječe na dužinu trkaće karijere je dob pri prvome startu, odnosno, mlađi konji pri prvome startu imaju dužu sportsku karijeru (Richard i Fournet-Hanocq, 1997.; Physick – Sheard, 1986.b), a prekidi trkaće karijere najčešći su u prvoj i drugoj trkaćoj sezoni (Burns i sur., 2006.). Konji s najboljim trkaćim rekordima imaju sportsku karijeru u trajanju najmanje pune tri ili četiri godine (Saastamoinen i Ojala, 1994.). Konji koji imaju dužu karijeru imaju i više startova, ali i veću ukupnu zaradu, kao i veću zaradu po startu. Za superiornost mlađih startera može biti odgovorna i njihova bolja mentalna zrelost i bolji talent kao sportskih konja, jer je utvrđeno da talentiraniji konji započinju ranije sportsku karijeru (Thuneberg – Selonen i sur., 2001.). U kasača koji kasnije započinju sportsku karijeru utvrđeno je da imaju učestalije nastupe u utrkama, kako bi kompenzirali zakašnjeni start, a izlučivanja grla iz sporta zbog loših nastupa povećavaju se s dobi (Ojala i Hellman, 1987.).

Analiza utjecaja dobi pri prvome startu na dužinu karijere (tzv. „stupanj trošenja“), ukazuje na progresivan stupanj prestanka utrkivanja grla koja su kasnije prvi puta startala (Grafikon 2.) (Physick – Sheard, 1986.a). S obzirom na spol, kastrati imaju značajno ($P < 0,05$) najslabiji stupanj trošenja u odnosu na pastuhe i kobile u svim dobnim skupinama, osim u skupini koja je prvi puta startala u dobi od tri godine. U dobnim skupinama koje su prvi puta startale s dvije, tri i četiri godine, pastu-

si pokazuju niži stupanj trošenja u odnosu na kobile. Značajna razlika u stupnju trošenja utvrđena je između kasača i pacera koji su prvi puta startali u dobi od dvije godine, tj. kasači imaju puno slabiji stupanj trošenja od pacera. Najniži stupanj trošenja utvrđen je kod kastrata kasača, a najviši kod pacer kobile. Kastrati kasači koji su prvi puta startali s dvije godine imaju dvostruko dužu sportsku karijeru u odnosu na pacer kobile koje su prvi puta startale u dobi od četiri godine. Važno je spomenuti da dužina trkaće karijere ovisi o dugovječnosti grla i ima vrlo veliki ekonomski utjecaj na uloženi novac i vrijeme u uzgoju i odgoju trkaćega grla (Burns i sur., 2006.). Na dugovječnost, time i na dužinu trkaće karijere, utječu brojni čimbenici: vanjšina, tip treninga i natjecanja (utrke), dob, spol i razni okolišni čimbenici. Značajno je da visok stupanj inbreedinga ima vrlo velik negativan utjecaj na duljinu natjecateljskoga života kasača (Årnason, 2006.).



Grafikon 2. Linearne regresije („stupanj trošenja“) za udio konja koji prvi put startaju prema godini starosti u sukcesivnim godišnjim sezonama (Physick – Sheard, 1986.a)

Graph 2. Linear regression („deteriorating rate“) for the proportion of horses starting for the first time, by age in years in successive annual seasons (Physick – Sheard, 1986a)

2.6. Utjecaj instruktora, trenera i vozača

Kasači koje samostalno treniraju uzgajivači i profesionalni treneri započinju trkaču karijeru ranije nego oni koje treniraju vlasnici, a konji koje treniraju profesionalni treneri imaju bolje trkaće rezultate od onih koje treniraju samostalno vlasnici. (Saastamoinen, 1991.). Postoji mišljenje da konji oždrebljeni ranije u godini imaju više potencijala i talenta te ih stoga najčešće treniraju profesionalni treneri ili sami uzgajivači koji konje žele prodati što ranije, odnosno u mlađoj dobi.

Veliki utjecaj vozača na performanse kasačkih konja utvrđen je tijekom analize populacija finskoga i američkoga kasača, pri čemu je zapaženo da veće iskustvo i veći broj nastupa vozača rezultira boljim natjecateljskim rezultatima, i vozača i konja (Thuneberg – Selonen i sur., 1999.).

2.7. Utjecaj uvjeta trkaće staze, trkaće distance, načina starta i temperature zraka

S obzirom na uvjete, trkaće se staze mogu podijeliti na brze, dobre, mokre, spore, blatnjave i teške (Hintz i Van Vleck, 1978.). Uvjeti staze značajno utječu na istrčano vrijeme, time i na zaradu grla. Röhe i sur. (2001.) utvrđuju razliku od 2,1 s/km u usporedbi rezultata ostvarenih na brzim i teškim stazama. Osim na vrijeme u utrci, utjecaj trkališta na plasman i zaradu po startu nije bio značajan.

Tipovi trkaćih staza, osim što značajno utječu na vrijeme u utrci i zaradu, utječu i na perfektnost koraka (Katona, 1979.). Najbolje vrijeme u utrci i perfektnost koraka očekuje se na brzim trkalištima. Najlošije vrijeme u utrci ostvareno je na teškim trkalištima, kao i najlošija vrijednost perfektnosti koraka. Najbolja istrčana vremena u utrci ostvarena su na kraćim distancama (1900m i manje), dok su sa stajališta načina startanja utrke (s mjesta ili leteći start - autostart) znatno bolja istrčana vremena ostvarena u utrkama s letećim startom (autostart). S obzirom na temperaturu zraka, najbolja istrčana vremena ostvarena su u rasponu 20 - 24°C, a najlošija 0 - 4°C.

2.8. Utjecaj veličine stada

Analizom utjecaja veličine stada uzgoja na trkaće rezultate, utvrđeno je da se u većim stadima češće pojavljuju konji koji postižu bolje uspjehe u utrkama, posebice grla iz stada s 20 i više grla (Chmiel i sur., 2006.). Ta je pojava objašnjena većom profesionalnošću većih uzgoja, tj. ergela, u kojima je tehnologija uzgoja i posebice treninga na višoj razini. Dodatno, na hipodromima se pojavljuje znatno veći broj konja uzgojenih u ergelama, nego iz malih stada privatnih uzgajivača.

ZAKLJUČAK

Trkaće performanse glavnih pasmina konja koji se koriste u utrkama (kasača i galopera) imaju veliki utjecaj na uspjeh svakoga grla u nacionalnoj trkačkoj konjičkoj industriji. Utrke u kojima nastupaju vrhunski trkači konji podjednaki trkaćih performansi hipodromima su

atraktivnije, zbog veće posjećenosti i neizvjesnosti do samoga kraja utrke. S druge strane, manja varijabilnost trkaćih performansi konja koji nastupaju u utrci onemogućava veću predvidivost pobjede, što kladionicama osigurava veći profit i veći broj oklada po trkaćem danu. Kroz aktivnosti trkaće konjičke industrije prikuplja se veliki broj podataka koji su primjenjivi u procjeni uzgojnih vrijednosti trkaćih konja. Prikupljeni su podaci korisni na različitim stupnjevima procjene, od kojih su vrijeme u utrci, zarada i plasman najznačajniji parametri. Unatoč modelima koji daju preciznije procjene trkaćih performansi kasača, rekordno istrčana vremena posljednjih desetljeća nisu se bitno poboljšala, ali još uvijek imaju pozitivan trend. Za zaključiti je da u želji poboljšanja trkaćih performansi trkaćih konja veću pažnju treba posvetiti okolišnim parametrima, koji imaju veći utjecaj na trkaće performanse od genetskih i koji su više varijabilni. Temeljem rezultata istraživanja prikazanih u radu o utjecajima okolišnih čimbenika na rezultate u utrkama kasača, za zaključiti je da postoji veliki utjecaj okolišnih parametara na trkaće performanse kasača koji mogu biti vrlo varijabilni. Rezultati istraživanja istih okolišnih parametara razlikuju se od populacije do populacije. S obzirom na to da postoje različite spoznaje o utjecaju i vrijednostima istih okolišnih čimbenika u različitim nacionalnim populacijama kasača, za zaključiti je da model procjene trkaćih performansi, odnosno procjene uzgojne vrijednosti koji se primjenjuje u nekoj nacionalnoj populaciji nije moguće preuzeti u potpunosti. Drugačije rečeno, treba osmisлити specifičan model procjene uzgojne vrijednosti za svaku nacionalnu populaciju kasača, čemu treba prethoditi detaljna analiza svih genetskih i okolišnih parametara koje se želi uključiti u model.

LITERATURA

1. Árnason, T. (1993): BLUP Animal model selection indices for genetic evaluation of trotter in Sweden. 13th Biennial World Trotting Conference, Paris, France, 18-28. June 1993.
2. Árnason, T. (1994): The importance of different traits in genetic improvement of trotters. Proceedings of the 5th World Congress on Genetics Applied Livestock Production, 17: 462-469.
3. Árnason, T. (2006): Survival analysis of the length of competition life of Standardbred trotter in Sweden. 57th Annual Meeting of the European Association for Animal Production, Spetambar 17-20, 2006., Antalya, Turkey.
4. Árnason, T., A. Darenius, J. Philipsson (1982): Genetic selection indices for Swedish trotter broodmares. Livestock Production Science, 8: 557-565.
5. Árnason, T., M. Svendsen (1991): Application of animal model for evaluation of trotters in Scandinavia. 42th Annual Meeting of the European Association for Animal Production, Berlin, Germany, 8-12 September 1991.
6. Bailey, E. (1998): Odds on the Fast gene. Genome Research, 8: 569-571.
7. Burns, E.M., R.M. Enns, D.J. Garrick (2006): The effect of simulated censored data on estimates of heritability of

- longevity in the Thoroughbred racing industry. *Genetics and Molecular Research*, 5 (1): 7-15.
8. Buttram, S.T., R.L. Wilham, D.E. Wilson, T.C. Heird (1988a): Genetics of racing performance in the American Quarter horse. I. Description of data. *Journal of Animal Science*, 66: 2791-2799.
 9. Buttram, S.T., R.L. Wilham, D.E. Wilson, T.C. Heird (1988b): Genetics of racing performance in the American Quarter horse. II. Adjustment factors and contemporary groups. *Journal of Animal Science*, 66: 2800-2807.
 10. Chmiel, K., A. Gajewska, D. Sobczuk (2006): Comparison of use value of purebred arabian horses raised in different breeding centres in the years 1924-1977. *Electronic Journal of Polish Agricultural*, 9 (1).
 11. Cunningham, E.P. (1986): Genetic studies in Thoroughbred horses. *British Cattle Breeders Club*, 41: 22-31.
 12. Čačić, M., P. Caput (2003.): Korelacije morfoloških parametara kasača s rekordno istrčanim vremenom u utrci. *Stočarstvo*, 57 (1): 21.-28.
 13. Distl, von O., Ö. Katona, H. Kräusslich (1982): Vergleich der Zuchtwertschätzmethoden BLUP und CC beim Traber. *Züchtungskunde*, 54(3): 157-164.
 14. Dolvik, N.I., G. Klemetsdal (1999): Conformational traits of Norwegian Cold-blooded trotters: Heritability and the relationship with performance *Acta Agriculturae Scandinavica*, 49: 156-162.
 15. Dušek, J. (1971): Some biological factors and factors of performance in the study of heredity in horse breeding. *Scientia Agriculturae Bohemoslovaca*, 20 (3): 199-215.
 16. Dušek, J. (1979): Abschätzung der Heritabilitätskoeffizienten der Geschwindigkeit von Trabern der ungarischen und italienischen Zucht. *Bodenkultur*, 30: 79.-84.
 17. Dušek, J. (1981): An analysis of performance characteristics (General Handicap and Sum of prizes won) for their genetic use in the breeding of the English Thoroughbred horse. *Scientia Agriculturae Bohemoslovaca*, 13(3): 241-256.
 18. Gaffney, B., E.P. Cunningham (1988): Estimation of genetic trend in racing performance of Thoroughbred horses. *Nature*, 332 (6166): 722-724.
 19. Hintz, H.F., L.D. Van Vleck (1978): Factors influencing racing performance of the Standardbred pacer. *Journal of Animal Science*, 46(1): 60-68.
 20. Hintz, H.F., R.L. Hintz, L.D. Van Vleck (1979): Growth rate of Thoroughbreds. Effect of age of dam, year and month of birth, and sex of foal. *Journal of Animal Science*, 48 (3): 480-487.
 21. Jelínek, J. (1988): Differences in the manifested racing performance in English Thoroughbred: evaluation of horses of different sexes and years of birth by parametric and nonparametric test. *Scientia Agriculturae Bohemoslovaca*, 20 (2): 131-138.
 22. Jelínek, J. (1991): Performance characteristics of Czechoslovak trotters with respect to the age. *Scientia Agriculturae Bohemoslovaca*, 23 (1): 45-57.
 23. Katona, Ö. (1979): Environmental factors influencing the racing performance of the German trotter. 30th Meeting of European Association for Animal Production. Harrogate, 23-26 July 1979.
 24. Katona, Ö., K. Osterkorn (1977): Genetisch-statische Auswertung des Leistungsmerkmals Rennzeit in der deutschen Traberpopulation. *Züchtungskunde*, 49 (3): 185-192.
 25. Klemetsdal, G. (1994): Application of standardized, accumulated transformed earnings in breeding of Norwegian trotters. *Livestock Production Science*, 38: 245-253.
 26. Langlois, B., C. Blouin (2004): Statistical analysis of some factors affecting the number of horse births in France. *Reproduction and Nutrition Development*, 44: 583-595.
 27. Leroy, P.L., N. Kafidi, E. Bassleer (1989): Estimation of breeding values of Belgian trotters using an animal model. *State of breeding evaluation in trotters*, Pudoc Wageningen, 3-17.
 28. Minkema, D. (1975): Studies on the genetics of trotting performance in Dutch trotters. I. The heritability of trotting performance. *Genetics and Selection of Animals*, 7: 99-121.
 29. More, S.J. (1999): A longitudinal study of racing Thoroughbreds: performance during the first years of racing. *Australian Veterinary Journal*, 77 (2): 105-112.
 30. Mota, M.D.S., A.R. Abrahão, H.N. Oliveira (2005): Genetic and environmental parameters for racing time at different distances in Brazilian Thoroughbreds. *Journal of Animal Breeding and Genetics*, 122: 393-399.
 31. Ojala, M.J. (1982): Some parameters estimated from a restricted set of race records in trotters. *Acta Agriculturae Scandinavica*, 32: 215-224.
 32. Ojala, M.J. (1987): Heritabilities of annually summarized race records in trotters. *Journal of Animal Science*, 64: 117-125.
 33. Ojala, M.J., T. Hellman (1987): Effects of year, sex, age and breed on annually summarized race records for trotter in Finland. *Acta Agriculturae Scandinavica*, 37: 463-468.
 34. Ojala, M.J., L.D. Van Vleck (1981): Measures of race-track performance with regard to breeding evaluation of trotters. *Journal of Animal Science*, 53(3): 611-619.
 35. Physick – Sheard, P.W. (1986a): Career profile of the Canadian Standardbred. I. Influence of age, gait and sex upon chances of racing. *Canadian Journal of Veterinary Research*, 50: 449-456.
 36. Physick – Sheard, P.W., (1986b): Career profile of the Canadian Standardbred. II. Influence of age, gait and sex upon number of races, money won and race times. *Canadian Journal of Veterinary Research*, 50: 457-470.
 37. Pieramati, C., A. Giontella, D. F. Sarti, M. Silvestrelli (2011): Assessment of limits for racing speed in the Italian trotter population. *Italian Journal of Animal Science*, 10 (53): 233-236.
 38. Richard, A. (1998): Developments in genetic evaluation of performance traits in horses. *Proceedings of the 6th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production*, 11-16 January, Armidale, Australia, 24: 388-398.
 39. Richard, A., F. Fournet-Hanocq (1997): Analysis of factors affecting length of competitive life of jumping horses. *Genetic Selection and Evolution*, 29: 251-267.

40. Richard, A., E. Bruns, E.P. Cunningham (2000): Genetics of performance traits. U: Bowling, A.T., A. Ruvinsky: The Genetics of the Horse. 411-439.
41. Röhe, B.R., I. Geyer, E. Kalm (2002): Estimation of genetic parameters for racing performances in German trotters after consideration of individual races. 7th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, Montpellier, France, 19-23 August 2002.
42. Rönningen, K. (1975): Genetic and environmental factors for traits in the North Swedish Trotter. Züchtungskunde, 92: 164.
43. Saastamoinen, M.T. (1990): Factors affecting growth and development of foals and young horses. Acta Agric. Scand., 40: 387-396.
44. Saastamoinen, M.T. (1991): Factors affecting age at onset of breaking, training, qualifying and first start in Finnish trotters. Acta Agriculturae Scandinavica, 41: 137-145.
45. Saastamoinen, M.T., M.J. Ojala (1991.a): Estimates of genetic and phenotypic parameters for racing performance in young trotters. Acta Agriculturae Scandinavica, 41: 427-436.
46. Saastamoinen, M.T., M.J. Ojala (1991.b): Influence of birth-month and age at first start and racing performance in young trotters. Acta Agriculturae Scandinavica, 41: 437-445.
47. Saastamoinen, M.T., M.J. Ojala (1994): Influence of different combinations of racing years on early career performance in trotters. Acta Agriculturae Scandinavica, 44: 208-213.
48. Sountama, M. (2012): Genetic analysis of foal and stud-book traits in selection for racing performance in trotters. Doktoralar thesis. Faculty of Agriculture and Forestry of University of Helsinki. Department of Agricultural Sciences.
49. Tavernier, A (1990): How to measure horse performances. Present situation and prospects. Proceedings of the 4th World Congress on Genetics applied to Livestock Production, Edinburgh 23-27 July 1990., 194-197
50. Tolley, E.A., D.R. Notter, T.J. Marlowe (1983): Heritability and repeatability of speed for 2- and 3-year-old Standardbred racehorses. Journal of Animal Science, 56 (6): 1294-1305.
51. Thiruvenkadan, A. K., N. Kandasamy, S. Panneerselvama (2009): Inheritance of racing performance of trotter horses: An overview. Livestock Production Science, 124: 163-181.
52. Thuneberg – Selonen, T., J. Pösö, E. Mäntysaari, M. Ojala (1999): Use of individual race results in the estimation of genetic parameters of trotting performance for Finnhorse and Standardbred trotters. Agricultural and Food Science in Finland, 8: 353-363.
53. Thuneberg – Selonen, T., E. Mäntysaari, M. Ojala (2001): Estimation of genetic parameters for racing performance and racing status. 52nd Annual Meeting of the European Association for Animal Production, Budapest, Hungary, 26-29 August 2001.
54. Tolley, E.A., D.R. Notter, T.J. Marlowe (1985): A review of the inheritance of racing performance in horses. Animal Breeding Abstracts, 53 (3): 163-185.
55. Villela, L.C.V., M.D.S. Mota, H.N. Oliveira (2002): Genetic parameters of racing performance traits of Quarter horses in Brazil. Journal of Animal Breeding and Selection, 119: 229-234.

GENETIC AND ENVIRONMENTAL PARAMETERS IN TROTTERS RACING PERFORMANCE EVALUATION

SUMMARY

Breeding goal and selection measures in breeding of trotter horses are subjected to horses production with the fastest possible speed in trotting. Evaluation of racing horses' performances is important because of horse impact on horse industry. More valuable horses and larger prize money result in a higher attendance of hippodromes and more money paid in betting offices. Race horse industry notes a large number of data used in predictions during breeding of horses with better racing performances every year. Racing performances are affected by a large number of genetic and environmental (non-genetic) factors caused by different environmental effects. Therefore, they are more variable. The major genetic and environmental parameters used in the models of breeding values racehorses in this case trotters are reviewed in this paper.

Key-words: trotter, genetic parameters, evaluation of racing performances

(Primljeno 12. travnja 2012.; prihvaćeno 26. listopada 2012. - Received on 12 April 2012; accepted on 26 October 2012)