

Prehrana sportskih i radnih pasa

Nutrition for sporting and working dogs



Bureš, T., Z. Vrbanac*, N. Brkljača Bottegaro, J. Šuran, I. Šmit, D. Brozić

Sažetak

U sportskih i radnih pasa fizička aktivnost izaziva različit fiziološki odgovor organizma, ovisno o trajanju i intenzitetu. Pritom aktivnost može biti kraćega trajanja i visokog intenziteta, primjerice utrke hrtova, ili duljeg trajanja i nižeg intenziteta, poput utrka pasa za vuču saonica. S druge strane, kod potražnih i lovačkih pasa, osim poslušnosti i detekcije njuhom, očekuje se fizička spremnost za terenski rad na većem području koji može potrajati nekoliko sati dnevno, stoga njihova aktivnost uključuje intervale visokog i niskog intenziteta rada tijekom duljeg perioda. Prehrana radnih pasa mora pratiti specifične zahtjeve treninga i aktivnosti, radi pripreme organizma za rad, i pritom imati ulogu u prevenciji mogućih ozljeda uzrokovanih neprikladnim režimom hranjenja te posljedičnim utjecajem na izvedbu u pogledu brzine, snage i izdržljivosti. Stoga će preporučeni udio i izvor pojedinih makronutrijenata u obroku biti u korelaciji s vrstom, intenzitetom i trajanjem rada. Pritom će kod pasa od kojih očekujemo kratku aktivnost visokog intenziteta (trkači psi) u obrok trebati uključiti udio lako probavljivih ugljikohidrata u količini od 50 do 60 % metaboličke energije, dok će udio masti i bjelančevina biti niži. S druge strane, kod pasa od kojih očekujemo dugotrajan rad umjerenog do visokog intenziteta, udio ugljikohidrata u obroku može biti zastupljen u znatno nižem postotku, dok je razinu energije iz bjelančevina i masti potrebno prilagoditi vrsti rada.

Ključne riječi: sportski psi, radni psi, prehrana

Abstract

In sporting and working dogs, exercise induces various physiological responses, depending on the exercise type and intensity. Physical activity ranges from short duration, high intensity activity such as in Greyhound races, to long duration, low intensity activity in sled dog races. In search and rescue, and hunting dogs, apart from obedience and scent detection, a many hours of fieldwork is expected, which combines intervals of high and low activity for a prolonged period. Nutrition of sporting and working dogs should be appropriate for the training and specific performance required, with the goal of preparing the organism for the high demands of activity, and also to prevent injuries related to insufficient nutrient intake, which may affect speed, strength and endurance. For that reason, the recommended portions and sources of specific macronutrients in the diet should be correlated with the type, intensity and duration of activity. In dogs which are expected to perform a short duration, high intensity activity (racing hounds), the daily ration should consist of easily digestible carbohydrates at the level of 50 – 60% metabolic energy, whilst the percentage of fat and protein should be lower. On the other hand, for dogs that are expected to perform a long duration, medium to high intensity activity, the carbohydrate portion may be lower, with fat and protein energy levels adjusted according to the specific activity.

Key words: sporting dogs, working dogs, nutrition

Tomislav BUREŠ, dr. med. vet., student, dr. sc. Zoran VRBANAC, dr. med. vet., DACVSMR, DECVSMR, docent, dr. sc. Nika BRKLJAČA BOTTEGARO, dr. med. vet, docentica, dr. sc. Jelena ŠURAN, dr. med. vet, docentica, dr.sc. Iva ŠMIT, dr. med. vet., docentica, dr. sc. Diana BROZIĆ, dr. med. vet., docentica, Veterinarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu. *Dopisni autor: zvrbnac@vef.hr

Uvod

Iako su genetika i konformacija ključne u radu pasa, trening i prehrana jesu sastavnice koje imaju nezamjenjivu ulogu. Izvor energije iz makronutrijenata vrlo je bitan segment u prehrani pasa koji se koriste za rad jer im je potreban stabilan izvor energije s minimalnim skokovima u koncentraciji glukoze. Naime, mišićje pasa sadržava pretežno oksidacijska vlakna (tip I i IIa), stoga se, u usporedbi sa sportašima, sportski psi u mnogo većoj mjeri oslanjaju na aerobni metabolizam i imaju iznimnu sposobnost korištenja alternativnih izvora energije i održavanje zaliha glikogena (Armstrong i sur., 1982.; Millard, 2013.). U korelaciji s tjelesnom masom psi koriste masne kiseline u dvostruko većem obujmu kao energetske supstrate nego li je to zabilježeno kod ljudi (De Brujine i Van Der Brom, 1986.). Mišićno tkivo pasa stoga u većoj mjeri prilagođeno korištenju masti kao izvora energije nego mišićno tkivo čovjeka (Hill, 1998.). Upravo je iz tog razloga prehrana pasa koji se koriste u radu predmet rasprave, s naglaskom na udjelu pojedinih makronutrijenata u obroku: ugljikohidrata, masti i bjelancevine (Hill i sur., 2009.b; Wakshlag i Shmalberg, 2014.).

Metabolizam tijekom mišićnog rada

Tijekom rada pasa zbivaju se složeni fiziološki procesi sinteze energije za mišićne stanice. Energija pohranjena u fosfatnom spoju adenozin-trifosfat (ATP) jedini je izvor energije za mišićnu kontrakciju. Mišićne zalihe ATP-a vrlo su ograničene, stoga da bi se ATP resintetizirao i na taj način njegova koncentracija u mišićnoj stanici održavala konstantnom, koristi se energija iz spojeva koji zahtijevaju prisutnost kisika (aerobni energetske procesi) i iz izvora koji oslobađaju energiju bez prisutnosti kisika (anaerobni energetske procesi) (Guyton i Hall, 2006.). Premda su oba energetska procesa aktivna tijekom fizičke aktivnosti, doprinos svakoga u radu pojedinog mišića ovisi o intenzitetu i trajanju aktivnosti, sastavu mišićnih vlakana, dostupnosti kisika i supstrata te koncentraciji posredničkih metabolita koji mogu aktivirati ili inhibirati enzime (McGowan i Hampson, 2007.). Izvor ATP-a u mišiću jest kreatin-fosfat, koji sudjeluje u procesu mišićne kontrakcije tako da daje fosfatnu molekulu adenozin-difosfatu te ga ponovno pretvara u ATP. No zalihe kreatin-fosfata u mišiću ograničene su i dostupne tek za nekoliko sekunda rada, primjerice sprint, stoga se do daljnje energije dolazi putem procesa glikolize i glikogenolize s posljedičnim stvaranjem laktata (Wallimann i sur., 1992.; Balsom i sur., 1994.). Oba procesa dovode do stvaranja energije u obliku ATP-a, no dovoljni su tek za kraći period (Rovira i sur., 2007.).

Drugi izvor ATP-a potrebnog za rad jest putem aerobnog metabolizma, kada se oksidacijom ugljikohidrata, masti i bjelancevine osigurava energija za dugotrajnu tjelesnu aktivnost niskog ili srednjeg intenziteta. Kod aerobne razgradnje masti masne kiseline oksidiraju u procesu beta-oksidacije i potom u Krebsovu ciklusu. Osim što masti pohranjuju znatno veću količinu energije od ugljikohidrata, prednost pred ugljikohidratima je i ta što su zalihe masti gotovo neograničene za razliku od glikogenskih. Zalihe glikogena u mišićima i jetri dovoljne su tek za kraću aerobnu aktivnost (Von Duvillard i sur., 2008.; Guyton i Hall, 2006.). Bjelancevine kao izvor energije važne su u procesima glukoneogeneze, kad postaju znatan izvor energije za mišićni rad.

Stres uzrokovan mišićnim radom

Ovisno o intenzitetu, dugotrajno vježbanje uzrokuje fiziološke promjene zbog prilagodbe kardiorespiratornog i mišićnog sustava na podražaj, čak i pri umjerenom treningu (Vrbanac i sur., 2016.). Kod *agility* pasa, pojačana tjelesna aktivnost uzrokuje promjene u razini elektrolita i acido-baznoj ravnoteži, ovisno o trajanju i intenzitetu vježbe, termoregulaciji i uvjetima na terenu (Rovira i sur., 2007.) (slika 1.). Zbog dugotrajnog rada srednjega ili visokog intenziteta može doći do dehidracije te snižene koncentracije kationa plazme, natrija i kalija, zbog čega je psu potrebno omogućiti nesmetan pristup vodi tijekom rada (Hinchcliff i sur., 1993.; Davenport i sur., 2001.; McKenzie i sur., 2007.; Spoo i sur., 2015.). Kod pasa tijekom rada očekivano je da će doći do zagrijavanja organizma zbog čega će se pojaviti potreba za oslobađanjem topline. Psi se pritom ne oslanjaju na znojenje, nego toplinu oslobađaju isparavanjem preko dišnog sustava, dahtanjem. Gubici elektrolita dahtanjem minimalni su, stoga najčešće neće biti vidljivih promjena koncentracije elektrolita potencijalno uzrokovanih treningom kada on nije visokog intenziteta (Blatt i sur., 1972.). No zbog pojačane tjelesne aktivnosti visokog intenziteta promjene u bazalnoj koncentraciji elektrolita postaju izraženije (Knochel i sur., 1985.; Matwichuk i sur., 1999.). To se može pripisati blagoj dehidraciji i međustaničnoj izmjeni iona (Ilkiw i sur., 1989.; Burr i sur., 1997.). Uobičajeno je da se nakon treninga povećava unutarstanična potražnja za magnezijem i fosforom kao kofaktorima za metaboličke procese u skeletnom mišićju (Davenport i sur., 2001.; Huntingford i sur., 2014.). Pri radu visokog intenziteta anaerobna glikoliza praćena je jednako brzom akumulacijom laktata u radnoj muskulaturi, odakle difundira u okolna tkiva i krv, pa koncentracija laktata u krvi može uputiti na metabolički put koji se pretežno koristi tijekom ak-



Slika 1. Graničarski koli na agility natjecanju. Foto: Elizabeta Ferk

tivnosti. Ako je koncentracija laktata u krvi visoka, energija za mišićni rad dobivena je pretežno anaerobnom glikolizom. Suprotno, niska koncentracija mliječne kiseline upućuje na dominantan aerobni metabolizam (Guyton i Hall, 2006.). Akumulacija laktata u krvi, kao produkta anaerobnog metabolizma, bilježi se netom nakon vježbe, kad njegova koncentracija u krvi može porasti i nekoliko puta ovisno o intenzitetu rada. Koncentracija laktata u krvi kod sportskih i službenih pasa, posebice u terenskim uvjetima, može se mjeriti portabilnim laktatomjermom (Belić i sur. 2016.). Nakupljanje laktata povezano je s fazom umora u radu mišića, razvojem rhabdomiolize i iscrpljenosti u radnih pasa pri čemu će zbog anaerobne aktivnosti visokog intenziteta u trci porast laktata biti znatan (NRC 2006., Rovira i sur., 2007.). S druge strane dugotrajan rad na intenzitetu

nižem od maksimalnog bit će praćen tek blagim porastom laktata u krvotoku (Hinchcliff i sur., 1993.; Brozić i sur., 2018.).

Zastupljenost pojedinih makronutrijenata u obroku radnih i sportskih pasa

Preporuka zastupljenosti pojedinih makronutrijenata u obroku radnih pasa predmet je rasprave unutar veterinarske struke i nerijetko predmet istraživanja (Kronfeld, 1973.; Kronfeld i sur., 1977.; Hill, 1998.). Rad pasa nije istovjetan i uvelike se razlikuje u intenzitetu i trajanju, stoga se rezultati istraživanja provedenih na psima za vuču saonica, psima koji sudjeluju u trkama ili radnim potražnim psima moraju s oprezom uspoređivati (tablica 1) (Hill i sur., 2009.a). Nadalje, rad potražnih pasa specifičan je jer obuhva-

Tablica 1. Energetska potrošnja kod odabranih aktivnosti pasa (Wakshlag i Shmalberg, 2014.)

Niska (< 25 % povećanja)	Umjerena	Visoka (porast > 100 %)
agility poslušnost hvatanje diska preskakivanje prepreka kružna trka hrtova lov na umjetni mamac (hrtovi) flyball	bicikliranje sa psom (3 – 16 km) vuča tereta (3 – 16 km) terenske vježbe čuvanje stoke lov (< 3 sata) potraga i spašavanje utrke pasa za vuču saonica (< 32 km)	utrke pasa za vuču saonica (> 32 km) bicikliranje sa psom (> 16 km) vuča tereta (> 16 km) lov (> 3 sata)



Slika 2. Potražna akcija na vodi. Foto: Hrvatska gorska služba spašavanja

ća izmjenu aktivnosti i razinu intenziteta u skladu s izmjenom profila terena, svrhe same vježbe i/ili potražne akcije te ga je vrlo teško standardizirati (Huntingford i sur., 2014.) (slika 2). Također, ograničen je broj provedenih istraživanja u terenskim uvjetima na potražnim psima (Spoo i sur., 2015.). Udio pojedinog makronutrijenta u obroku kao dominantnog izvora energije uvjetovan je duljinom i intenzitetom rada uz prilagodbu nutritivnom statusu jedinke. Potražni psi pretežno provode aktivnost duljeg trajanja, no srednjeg do niskog intenziteta, stoga se pretežno koriste

aerobnim mišićnim radom, za razliku od pasa koji se koriste za utrke (Grandjean i Paragon, 1992.; Burger, 1994.). Zato se kao izvorom energijskog supstrata pretežno koriste slobodnim masnim kiselinama u procesu oksidacije kako bi formirali ATP (Toll i Reynolds, 2000.). Također, poglavito u trenucima rada višeg intenziteta, psi se koriste anaerobnim procesima oksidacije glukoze iz glikogena kao izvorom energije. Razine pojedinih makronutrijenata i njihovi preporučeni rasponi mogu se podijeliti prema intenzitetu i vrsti rada pasa (tablica 2).

Tablica 2. Preporučeni udio makronutrijenata i energetske gustoće kod radnih i sportstkih pasa prema intenzitetu i vrsti rada (prema: Kronfeld i sur., 1977., Toll i sur., 2010.)

Ključni prehrambeni faktori	Aktivnost iznimno visokog intenziteta kroz kratko vrijeme (sprint trka)	Aktivnost umjerenog intenziteta (kratko/srednje trajanje)	Aktivnost umjerenog intenziteta (dugo trajanje)	Dugotrajna aktivnost umjerenog do visokog intenziteta u ekstremnim uvjetima (psi za vuču saonica)
Voda	Neograničeni pristup osim netom prije utrke	Neograničeni pristup		
Energetska gustoća	3,5 – 4,0 ME/g ST	4,0 – 5,0 ME/g ST	4,5 – 5,5 ME/g ST	> 6,0 ME/g ST
Masti	8 – 10 % ST ili 20 – 24 % ME	15 – 30 % ST ili 30 – 55 % ME	25 – 35 % ST ili 45 – 60 % ME	30 – 35 % ST ili 50 – 65 % ME
NET	55 – 65 % ST ili 50 – 60 % ME	30 – 55 % ST ili 20 – 50 % ME	30 – 35 % ST ili 15 – 30 % ME	15 – 20 % ST ili < 10 % ME
Proteini	22 – 28 % ST ili 20 – 25 % ME	22 – 32 % ST ili 20 – 25 % ME	22 – 32 % ST ili 18 – 25 % ME	45 – 55 % ST ili 35 – 40 % ME

ME = metabolička energija; ST = suha tvar; NET = nedušične ekstraktivne tvari (lako probavljivi ugljikohidrati)

Bjelančevine u prehrani radnih i sportskih pasa

Bjelančevine, kao ključni makronutrijenti u prehrani radnih i sportskih pasa, pomažu u očuvanju integriteta mišićja te održavaju optimalnu količinu ukupnih bjelančevina, albumina i hematokrita koji imaju tendenciju pada zbog rada (Kronfeld i sur., 1989.; Wakshlag i sur., 2010.). Osim toga bjelančevine su endogeni izvor kreatina, spoja koji je važan jer u tijelu svih kralježnjaka sudjeluje u opskrbi mišića energijom. Rad pasa povećava potrebu organizma za proteinima, poglavito ako intenzitet i trajanje rada premašuju trenutačnu spremu i kondiciju psa. Obično se to događa na početku sezone rada ili kod neutreniranih jedinki, pri čemu je potreba za proteinima povećana zbog procesa anabolizma i katabolizma bjelančevina (Young i sur., 1962.). U tom slučaju važnu ulogu imaju neproteinske preteče glukoze iz ugljikohidratnih izvora, zbog čega će u konačnici više bjelančevina biti slobodno za anaboličke procese (Toll i sur., 2010.). Kod trkaćih se hrtova (slika 3) razine makronutrijenata u obroku znatno razlikuju od onih preporučenih za ostale, dugotrajnije, vrste rada kod radnih i sportskih pasa, pri čemu je utvrđeno da viša razina energije iz ugljikohidratnog izvora (43 % metaboličke energije (ME)) s umjerenom razinom bjelančevina (24 % ME) u obroku dovodi do boljih performansi tijekom trke (Hill i sur., 2001.). S druge strane, psima koji se koriste u radu umjerenog intenziteta i duljeg trajanja te u trkama izdržljivosti (*endurance*) potrebno je osigurati dovoljno visoku razinu bjelančevina u obroku uz znatno niži udio ugljikohidratne komponente (< od 10

% ME) (Toll i sur., 2010.). Naime, prehrana s nižom razinom ugljikohidrata i istodobno s većim udjelom bjelančevina nudi prednosti za radne pse u pogledu bolje probavljivosti, sporijeg oslobađanja glukoze u krvotok i smanjene fermentacije ugljikohidrata u debelom crijevu (Hill i sur., 2001.).

Masti u prehrani radnih i sportskih pasa

Praktično značenje povećanja gustoće energije jest u povećanju koncentracije masti čime se ujedno povećavaju ukusnost i probavljivost hrane (Toll i sur., 2010.). Trening povećava potrebu za energijom, a kao stabilan izvor energije u aerobnom mišićnom radu koristit će se oksidacija slobodnih masnih kiselina pri čemu će udio masti u obroku imati važnu ulogu u količini dostupnog supstrata za energiju (Kronfeld i sur., 1977.; Reynolds i sur., 1999.). Radni psi hranjeni hranom s više masti imaju višu razinu slobodnih masnih kiselina u krvotoku pri odmoru te pri radu oslobađaju višu razinu slobodnih masnih kiselina zbog čega se smanjuje koncentracija inzulina u plazmi i povećava aktivnost lipolitičkih enzima (Kronfeld i sur., 1977). Psi se više oslanjaju na slobodne masne kiseline za energiju nego što je to slučaj u ljudi. Povećanje masti u obroku (s 25 na 65 % ME) povećava maksimalni primitak kisika i maksimalnu razinu oksidacije masti za 20 – 30 % kod utreniranih pasa (Reynolds i sur., 1999.). Kod intenzivnog rada tijekom duljeg razdoblja potrebno je povećati unos masti, pri čemu će u ekstremnim uvjetima rada, primjerice psi za vuču saonica, unijeti približno 60 % ME u obliku masti (Toll i sur., 2010.). Kod pasa za



Slika 3. Ruski hrtovi u lovu na umjetni mamac. Foto: Klub hrtova Hrvatske

vuču saonica obrok s visokim udjelom masti i proteina, bez ugljikohidrata (ugljikohidrati, masti i bjelančevine u omjerima od 0,4 : 37 : 53 na bazi suhe tvari (ST)) osigurava stabilnu razinu albumina, kalcija, magnezija i slobodnih masnih kiselina. To se može pokazati kao prednost u savladavanju hipokalcemije, hipomagnezijemije i razvoja hipovolemije tijekom zamornog rada (Kronfeld i sur., 1977.). Energetski supstrat tijekom sprint utrka gotovo u potpunosti čini ugljikohidratna komponenta obroka, stoga su potrebe za mastima na razini uzdržanih (Toll i sur., 2010.).

Ugljikohidrati u prehrani radnih i sportskih pasa

Rad kod hrtova tijekom trke ovisi o glikogenu koji omogućuje brzo iskorištavanje energetskog supstrata tijekom aktivnosti visokog intenziteta pri čemu će utrošak glikogena u mišićju biti približno 70 % tijekom utrke na 800 m (Dobson i sur., 1988.; Rose i Bloomberg, 1989.). Stoga će upravo razina dostupnog glikogena imati ključnu ulogu u izvedbi trkaćeg psa (Richter i Glabo, 1986.). Psima od kojih zahtijevamo dugotrajan rad u obroku treba ograničiti udio ugljikohidrata i vlakana zbog negativnog učinka na probavljivost i volumen fecesa koji bi u trenucima visokog napora tijekom duljeg vremena rezultirao gastrointestinalnim simptomima poput proljeva, neravnoteže crijevne mikrobne populacije i dehidracije s mogućim rektalnim krvarenjem (Kronfeld, 1973.; Loftus i sur., 2014.). Dodatno, sposobnost održavanja glukoze na stabilnoj razini pomoću mehanizama glukoneogeneze i glikogenolize te prilagođivanje energetskom supstratu uvjetovat će nisku potrebu za ugljikohidratima u prehrani pasa korištenih za dugotrajan rad, pod uvjetom da je zadovoljen glukoneogenetski kapacitet u obliku aminokiselina i glicerola (Hammel i sur., 1977.; Kronfeld i sur., 1977.; Burger, 1993.; Brozić i sur., 2018.).

Antioksidansi u prehrani

Tijekom fizičke aktivnosti psa zbivaju se opsežni anabolički i katabolički procesi uz procese oštećenja i reparacije. Naime, proizvodnja slobodnih radikala neizbježna je posljedica aerobnog metabolizma kad potražnja za kisikom u mišićima poraste sto puta tijekom vježbanja (McCord i Fridovich, 1969.). Oksidacijski stres koji nadilazi antioksidacijski mehanizam rezultira oštećenjem mišića i porastom biljega oštećenja membrane (Aktas i sur., 1993.; Sen, 1995.). Pri radu visokog intenziteta tijekom duljeg vremena dolazi do mitohondrijske proizvodnje slobodnih radikala, dok anaerobne i vježbe s promjenom u intenzitetu rezultiraju

ishemijskom reperfuzijom, acidozom i katekolaminskom oksidacijom što pridonosi oksidacijskom stresu (Toll i sur., 2010.). Kod pasa na početku radne sezone (lovački radni psi) očekuje se rad na vrhuncu atletske i olfaktorne sposobnosti. Iz tog je razloga preporučljiv dodatak antioksidansa u hrani tijekom predsezonskih treninga, kad se očekuje da će, zbog neutreniranosti, ravnoteža oksidacijskog i antioksidacijskog statusa biti narušena (Jewell i sur. 2000., Toll i sur., 2010.). Dodatno, kod pasa za vuču saonica dodatak antioksidansa u hrani očitovat će se smanjenjem lipoproteinske oksidacije (Piercy i sur., 2000.).

Oblik hrane i vrsta termičke obrade

Prehrana pasa ekstrudiranom ili konzerviranom hranom dugi niz godina izbor je mnogih vlasnika i najzastupljeniji proizvod u industriji hrane kućnih ljubimaca pa tako često i hrana izbora za radne i sportske pse. Kod ekstrudirane hrane, upravo zbog specifičnog procesa proizvodnje korištenjem tlaka i visoke temperature, nužna je škrobna komponenta u visokom udjelu što je čest razlog kritike. S druge strane osim uvriježenog načina hranjenja pasa termički obrađenom, ekstrudiranom ili konzerviranom hranom, u posljednjem desetljeću sve aktualniji postaje trend hranjenja pasa obrocima na osnovi sirovog mesa, tzv. BARF (eng. *Biologically Appropriate Raw Food*) (Freeman i sur., 2013.). BARF formulacije sadržavaju termički neobrađene sirovine životinjskog podrijetla što će uvjetovati niski udio ugljikohidratne komponente u sastavu uz znatno viši udio bjelančevina i masti u usporedbi s ekstrudiranom hranom. No zbog znatnog rizika od mikrobiološke kontaminacije nusproizvoda životinjskog podrijetla koji nisu termički obrađeni, BARF formulacije često su opravdano kritizirane od veterinarske struke i javnog zdravstva (Morley i sur., 2006.; Brozić i sur., 2017.; Bokken i sur., 2018.). Prehrana BARF obrocima tradicionalno je zastupljena u hranidbenim režimima pasa od kojih se očekuje rad visokog ili umjerenog intenziteta tijekom duljeg razdoblja (Templeman i sur. 2018.; Bojanić i sur., 2019.). Kod ekstrudirane i konzervirane hrane visok udio masti u obroku bit će izazov u tehnološkom smislu proizvodnje. Dodatno, dokazano je da visok udio masti uz smanjen udio bjelančevina može dovesti do visoke incidencije pankreatitisa i masne infiltracije jetre (Lindsay i sur., 1984.). Smatra se da uzimanjem obroka s dostatnim udjelom bjelančevina udio masti može ostati razmjerno visok (omjer bjelančevina i masti na bazi ST-a u omjeru višem od 1 : 1), dok se omjer manji od 1 mora koristiti uz oprez (Kronfeld i sur., 1977., FEDIAF, 2018.).

Tablica 3. Dnevne potrebe za energijom na temelju intenziteta i trajanja aktivnosti (prema FEDIAF-u, 2018.)

Razina aktivnosti	kcal ME/kg ^{0.75}
niska razina aktivnosti (< 1 sat/dan) (npr. hodanje na uzici)	95
umjerena razina aktivnosti (1 – 3 sata/dan) (aktivnost niskog intenziteta)	110
aktivnost visokog intenziteta (1 – 3 sata/dan)	125
aktivnost visokog intenziteta (3 – 6 sati/dan) (radni psi, npr. ovčari)	150 – 175
aktivnost visokog intenziteta kroz dulje razdoblje (psi za vuču saonica, 168 km/dan pri ekstremnoj hladnoći)	860 – 1240

Kcal = kilokalorija, ME = metabolička energija

Zaključak

Osim odabira udjela makronutrijenata važno je prilagoditi energetske unos razini očekivanog rada, a poglavito smanjiti unos ME kada psi nisu u treningu kako bi se održala optimalna kondicija (tablica 3) (Vassalotti i sur., 2017.). Radni psi imaju veće potrebe za energijom nego što je to slučaj kod pasa koji se isključivo drže kao kućni ljubimci, stoga njihov obrok i dnevni unos energije treba biti prilagođen potrebama i vrsti rada za koji se koriste. Uz individualnu prilagodbu energetskog unosa, vrsta rada i intenzitet aktivnosti znatno će utjecati na iskorištavanje energetskih supstrata u obrocima kod sportskih i radnih pasa. Iznimno je važno prilagoditi udjele makronutrijenata: ugljikohidrata, masti i bjelancevine, i na taj se način prilagoditi potrebama metabolizma, što će rezultirati boljom izvedbom. Rad pasa može se podijeliti u brojne kategorije i često će unutar njih postojati varijacije kao rezultat individualnih potreba, pasmine ili temperamenta, stoga je važno provesti istraživanja koja bi dala odgovore na mnoga pitanja o prehranbenim potrebama s obzirom na različite vrste rada.

Literatura

- AKTAS, M., D. AUGUSTE, H. LEFEBVRE, P. TOUTAIN, J. BRAUN (1993): Creatine kinase in the dog: a review. *Vet. Res. Commun.* 17, 353-369.
- ARMSTRONG, R., C. SAUBERT, H. SEEHERMAN, C. TAYLOR (1982): Distribution of fiber types in locomotory muscles of dogs. *Dev. Dyn.* 163, 87-98.
- BALSOM, P. D., K. SÖDERLUND, B. EKBLÖM (1994): Creatine in humans with special reference to creatine supplementation. *Sports. Med.* 18, 268-280.
- BELIĆ, M., L. RADIN, N. BRKLJAČA BOTTEGARO, B. BEER LJUBIĆ, M. BENIĆ, D. STANIN, Z. VRBANAC (2016): Reliability of lactate scout portable analyzer in agility dogs during multiple measurements. *Acta Vet. Beograd* 66, 549-555.
- BLATT, C. M., C. R. TAYLOR, M. HABAL (1972): Thermal panting in dogs: the lateral nasal gland, a source of water for evaporative cooling. *Science*, 177, 804-805.
- BOJANIĆ, K., A. C. MIDWINTER, J. C. MARSHALL, P. J. BIGGS, E. ACKE (2019): Isolation of emerging *Campylobacter* species in working farm dogs and their frozen home-killed raw meat diets. *J. Vet. Diagn. Invest.* 31, 23-32.
- BOKKEN, G., R. MINEUR, F. FRANSEN, M. OPSTEEGH, L. LIPMAN, P. OVERGAAUW (2018): Zoonotic bacteria and parasites found in raw meat-based diets for cats and dogs. *Vet. Rec.* 182, 50-50.
- BROZIĆ, D., Ž. MIKULEC, H. VALPOTIĆ (2017): Hranidba pasa i mačaka obrocima na osnovi sirovog mesa: prednosti i rizici, *Hrvatski veterinarski vjesnik*. 25, 40-48.
- BROZIĆ, D., I. ŠMIT, J. ŠURAN, N. BRKLJAČA BOTTEGARO, B. RADIĆ, L. RADIN, Z. VRBANAC (2018): Effect of two different feeding regimes (BARF vs. kibble diet) on serum biochemical parameters in search and rescue dogs during fieldwork. 22nd Congress of the European Society of Veterinary and Comparative Nutrition, (München, 6.-8. rujana 2018). Zbornik Sažetaka. München. Njemačka, (107).
- BURGER, I. (1993): *The Waltham book of Companion Animal nutrition*, Pergamon press limited, Oxford, UK.
- BURGER, I. H. (1994): Energy needs of companion animals: matching food intakes to requirements throughout the life cycle. *J. Nutr.* 124, 2584-2593.
- BURR, J. R., G. A. REINHART, R. A. SWENSON, S. E. SWAIM, D. M. VAUGHN, D. M. BRADLEY (1997): Serum biochemical values in sled dogs before and

- after competing in long-distance races. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 211, 175-179.
- DAVENPORT, G. M., R. L. KELLEY, E. K. ALTOM, A. J. LEPINE (2001): Effect of diet on hunting performance of English Pointers. *Vet. Ther.* 2, 10-23.
 - DE BRUIJNE, J. J., W. E. VAN DEN BROM (1986): The effect of long-term fasting on ketone body metabolism in the dog. *Comp. Biochem. Physiol.* B. 83, 91-395.
 - DOBSON, G. P., W. S. PARKHOUSE, J. M. WEBER, E. STUTTARD, J. HARMAN, D. H. SNOW, P. W. HOCHACHKA (1988): Metabolic changes in skeletal muscle and blood of greyhounds during 800-m track sprint. *Am. J. Physiol.* 255, 513-519.
 - EUROPEAN PET FOOD INDUSTRY FEDERATION (FEDIAF) (2017): Nutritional Guidelines for complete and complementary pet food for cats and dogs. FEDIAF, Brussels, Belgija.
 - FREEMAN, L. M., M. L. CHANDLER, B. A. HAMPER, L. P. WEETH (2013): Current knowledge about the risks and benefits of raw meat-based diets for dogs and cats. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 243, 1549-1558.
 - GRANDJEAN, D., B. PARAGON (1992): Nutrition of racing and working dogs I. Energy metabolism of dogs. *Comp. Cont. Educ. Pract.* 14, 1608-1615.
 - GUYTON, A. C., J. E. HALL (2006): Medicinska fiziologija. Medicinska knjiga, Zagreb.
 - HAMMEL, E. P., D. S. KRONFELD, V. K. GANJAM, H. L. DUNLAP, JR. (1977): Metabolic responses to exhaustive exercise in racing sled dogs fed diets containing medium, low, or zero carbohydrate. *Am. J. Clin. Nutr.* 30, 409-418.
 - HILL, R. C. (1998): The nutritional requirements of exercising dogs. *J. Nutr.* 128, 2686-2690.
 - HILL, R. C., D. D. LEWIS, C. SCOTT i sur. (2001): The effect of increased protein and decreased carbohydrate in the diet on performance and body composition in racing greyhounds. *Am. J. Vet. Res.* 62, 440-447.
 - HILL, R., D. LEWIS, K. SCOTT, D. SUNDSTROM, J. BAUER (2009a): Oxidized dietary fat, alkaline phosphatase concentrations and performance in racing greyhounds. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.* 93, 144-144.
 - HILL, S. R., K. J. RUTHERFURD-MARKWICK, G. RAVINDRAN, C. E. UGARTE, D. G. THOMAS (2009b): The effects of the proportions of dietary macronutrients on the digestibility, post-prandial endocrine responses and large intestinal fermentation of carbohydrate in working dogs. *N. Z. Vet. J.* 57, 313-318.
 - HINCHCLIFF, K., J. OLSON, C. CRUSBERG, J. KENYON (1993): Serum biochemical changes in dogs competing in a long-distance sled race. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 202, 401-401.
 - HUNTINGFORD, J. L., C. B. LEVINE, D. J. MUSTACICH, D. CORRIGAN, R. L. DOWNEY, J. J. WAKSHLAG (2014): The effects of low intensity endurance activity on various physiological parameters and exercise induced oxidative stress in dogs. *Open. J. Vet. Med.* 4, 134.
 - ILKIW, J., P. DAVIS, D. CHURCH (1989): Hematologic, biochemical, blood-gas, and acid-base values in greyhounds before and after exercise. *Am. J. Vet. Res.* 50, 583-586.
 - JEWELL, D.E., P. W. TOLL, K. J. WEDEKIND, S. C. ZICKER (2000): Effect of increasing dietary antioxidants on concentrations of vitamin E and total alkenals in serum of dogs and cats. *Vet. Ther.* 1, 264-272.
 - KNOCHEL, J. P., J. D. BLACHLEY, J. H. JOHNSON, N. W. CARTER (1985): Muscle cell electrical hyperpolarization and reduced exercise hyperkalemia in physically conditioned dogs. *J. Clin. Invest.* 75, 740-745.
 - KRONFELD, D. S. (1973): Diet and the performance of racing sled dogs. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 162, 470-473.
 - KRONFELD, D. S., E. P. HAMMEL, C. F. RAMBERG, JR., H. L. DUNLAP, JR. (1977): Hematological and metabolic responses to training in racing sled dogs fed diets containing medium, low, or zero carbohydrate. *Am. J. Clin. Nutr.* 30, 419-430.
 - KRONFELD, D. S., T. O. ADKINS, R. L. DOWNEY (1989): Nutrition, anaerobic and aerobic exercise and stress. U: Nutrition of dog and cat. (Burger, I. H., J. P. Rivers, Ur.), Cambridge University Press, Cambridge, UK, str. 133-145.
 - LINDSAY, S., C. ENTENMAN, I. L. CHAIKOFF (1984): Pancreatitis accompanying hepatic disease in dogs fed a high fat, low protein diet. *Arch. Pathol.* 45, 635-638.
 - LOFTUS, J. P., M. YAZWINSKI, J. G. MILIZIO, J. J. WAKSHLAG (2014): Energy requirements for racing endurance sled dogs. *J. Nutr. Sci.* 3, 1-5.
 - MATWICHUK, C. L., S. M. TAYLOR, C. L. SHMON, P. H. KASS, G. D. SHELTON (1999): Changes in rectal temperature and hematologic, biochemical, blood gas, and acid-base values in healthy Labrador Retrievers before and after strenuous exercise. *Am. J. Vet. Res.* 60, 88-92.
 - MCCORD, J. M., I. FRIDOVICH (1969): Superoxide dismutase an enzymic function for erythrocyte (hemocuprein). *J. Biol. Chem.* 244, 6049-6055.

- MCGOWAN, C., B. HAMPSON (2007): Comparative exercise physiology. U: *Animal Physiotherapy: Assessment, Treatment and Rehabilitation of Animals* (McGowan C., L.Goff, N. Stubbs, Ur.), Blackwell Publishing, Ames, IA, str. 56-72.
- MCKENZIE E. C., E. JOSE-CUNILLERAS, K. W. HINCHCLIFF, T. C. HOLBROOK, C. M. ROYER, M. E. PAYTON, K. K. WILLIAMSON, S. L. NELSON, M. D. WILLARD, M. S. DAVIS (2007): Serum chemistry alterations in Alaskan Sled Dogs during five successive days of prolonged endurance exercise. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 230, 1486-1492.
- MILLARD, R. (2013): Exercise physiology of the canine athlete. U: *Canine Rehabilitation and Physical Therapy*. (Millis, D., D. Levine, Ur.), Saunders Elsevier, St. Louis, str. 162-165.
- MORLEY, P. S., R. A. STROHMEYER, J. D. TANKSON, D. R. HYATT, D. A. DARGATZ, P. J. FEDORKA-CRAY (2006): Evaluation of the association between feeding raw meat and *Salmonella enterica* infections at a Greyhound breeding facility. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 228, 1524-1532.
- NRC (2006): Nutrient requirements of dogs and cats. National Academies Press, Washington. DC. USA.
- PIERCY, R. J., K. W. HINCHCLIFF, R. A. DISILVESTRO, G. A. REINHART, C. R. BASKIN, M. G. HAYEK, J. R. BURR, R. A. SWENSON (2000): Effect of dietary supplements containing antioxidants on attenuation of muscle damage in exercising sled dogs. *Am. J. Vet. Res.* 61, 1438-1445.
- REYNOLDS, A., G. REINHART, D. CAREY, D. SIMMERMAN, D. FRANK, F. KALLFELZ (1999): Effect of protein intake during training on biochemical and performance variables in sled dogs. *Am. J. Vet. Res.* 60, 789-795.
- RICHTER, E. A., H. Glabo (1986): High glycogen levels enhance glycogen breakdown in isolated contracting muscle. *J. Appl. Physiol.* 61, 827-831.
- ROSE, R. J., M. S. BLOOMBERG (1989): Responses to sprint exercise in the greyhound: Effects on hematology, serum biochemistry, and muscle metabolites. *Res. Vet. Sci.* 47, 212-218.
- ROVIRA, S., A. MUNOZ, M. BENITO (2007): Hematologic and biochemical changes during canine agility competitions. *Vet. Clin. Path.* 36, 30-35.
- SEN, C. K. (1995): Oxidants and antioxidants in exercise. *J. Appl. Physiol.* 79, 675-686.
- SPOO, J. W., D. L. ZORAN, R. L. DOWNEY, K. BISCHOFF, J. J. WAKSHLAG (2015): Serum biochemical, blood gas and antioxidant status in search and rescue dogs before and after simulated fieldwork. *Vet. J.* 206, 47-53.
- TEMPLEMAN, J., S. MAI, C. CARGO-FROOM, A. K. SHOVELLER (2018). Assessment of Current Musher Practices across the Sled Dog Industry with an Emphasis on Nutritional Programs Implemented. *Am. J. Anim. Vet.Sci.* 13, 16-26.
- TOLL, P. W., A. J. REYNOLDS (2000): The canine athlete. U: Hand, M. S., C. D. Thatcher, R. L. Remillard, P. Roudebush, L. L. Lewis: *Small Animal Clinical Nutrition*. Mark Morris Associates. Kansas (261-289).
- TOLL, P. W., R. L. GILLETTE, M. S. HAND (2010): Feeding working and sporting dogs. U: Hand, M. S., L. L. Lewis: *Small Animal Clinical Nutrition*. Mark Morris Institute. Topeka. Kansas (321 – 350).
- YOUNG, D. R., R. PRICE, N. E. ELDER, R. R. ADACHI (1962): Energy and electrolyte metabolism and adrenal responses during work in dogs. *J. Appl. Physiol.* 17, 669-674.
- VASSALOTTI, G., N. MUSCO, P. LOMBARDIL, S. CALABROL, R. TUDISCOL, V. MASTELLONEL, R. GRAZIOLIL, S. BIANCHI, M. I. CUTRIGNELLIL (2017): Nutritional management of search and rescue dogs. *J. Nutr. Sci.* 6, 1-4.
- VON DUVILLARD, S. P., P. J. ARCIERO, T. TIETJENSMITH, K. ALFORD (2008): Sports drinks, exercise training, and competition. *Curr. Sports. Med. Rep.* 7, 202-208.
- VRBANAC, Z., M. BELIĆ, N. BRKLJAČA BOTTEGARO, I. BLAŽEVIĆ, D. KOLARIĆ, S. VOJVODIĆ-SCHUSTER, M. BENIĆ, V. KUŠEC, D. STANIN (2016): The effect of long term moderate intensity exercise on heart rate and metabolic status in sedentary Labrador Retrievers. *Vet Arh.* 86, 553-564.
- WAKSHLAG, J. J., T. STOKOL, S. M. GESKE, C. E. GREGER, C. T. ANGLE, R. L. GILLETTE (2010): Evaluation of exercise-induced changes in concentrations of C-reactive protein and serum biochemical values in sled dogs completing a long-distance endurance race. *Am. J. Vet. Res.* 71, 1207-1213.
- WAKSHLAG, J., J. SHMALBERG (2014): Nutrition for working and service dogs. *Vet. Clin. North. Am. Small. Anim. Pract.* 44, 719-740.
- WALLIMANN, T., M. WYSS, D. BRDICZKA, K. NICOLAY, H. EPPENBERGER (1992): Intracellular compartmentation, structure and function of creatine kinase isoenzymes in tissues with high and fluctuating energy demands: the phosphocreatine circuit for cellular energy homeostasis. *Biochem. J.* 281, 21.
- WYSS, M., R. KADDURAH-DAOUK (2000): Creatine and Creatinine Metabolism. *Physiol. Rev.* 80, 1107-1213.