

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA ZOOTEHNIKO

Živa PRUNK

PROBLEMI OSKRBE Z OGLJIKOVIMI HIDRATI PRI GALOPERJIH

DIPLOMSKO DELO
Univerzitetni študij

PROBLEMS IN CARBOHYDRATE SUPPLY IN RACEHORSES

GRADUATION THESIS
University studies

Ljubljana, 2016

S tem diplomski delom končujem univerzitetni študij kmetijstva – zootehniko. Opravljeno je bilo na Katedri za prehrano Oddelek za zootehniko Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani.

Komisija za dodiplomski študij Oddelka za zootehniko je za mentorja diplomskega dela imenovala prof. dr. Janeza Salobirja.

Recenzentka: doc. dr. Vida Rezar

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik: prof. dr. Peter DOVČ
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko

Član: prof. dr. Janez SALOBIR
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko

Članica: doc. dr. Vida REZAR
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko

Datum zagovora:

Podpisana izjavljam, da je naloga rezultat lastnega raziskovalnega dela. Izjavljam, da je elektronski izvod identičen tiskanemu. Na univerzo neodplačno, neizključno, prostorsko in časovno neomejeno prenašam pravici shranitve avtorskega dela v elektronski obliki in reproduciranja ter pravico omogočanja javnega dostopa do avtorskega dela na svetovnem spletu preko Digitalne knjižnice Biotehniške fakultete.

Živa PRUNK

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD	Dn
DK	UDK 636.1.084/.087(043.2)=163.6
KG	konji/galoperji/prehrana živali/ogljikovi hidrati
KK	AGRIS L30/5120
AV	PRUNK, Živa
SA	SALOBIR, Janez (mentor)
KZ	SI-1230 Domžale, Groblje 3
ZA	Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko
LI	2016
IN	PROBLEMI OSKRBE Z OGLJIKOVIMI HIDRATI PRI GALOPERJIH
TD	Diplomsko delo (univerzitetni študij)
OP	IX, 57 str., 3 pregl., 13 sl., 47 vir.
IJ	sl
JJ	sl/en
AI	Namen diplomske dela je bil pregled razpoložljive literature in opisati problem oskrbe z ogljikovimi hidrati pri galoperjih. Zaradi izpostavljenosti velikim obremenitvam v treningu in na dirkah mora biti krmljenje galoperja skrbno načrtovano od prvega dne treninga praktično v enaki meri kot sam trening. Energijsko najprimernejša koncentrirana krma galoperja so zagotovo ogljikovi hidrati z visoko vsebnostjo škroba ter visokim glikemičnim indeksom, pri čemer pa je enako pomemben tudi režim krmljenja pred in po obremenitvi ter »loading«, s katerim napolnimo glikogenske rezerve, da je energija na razpolago v vseh, tudi zadnjih fazah dirke. S pravilnim krmljenjem energijsko bogate krme konju na naraven, dovoljen in povsem neškodljiv način povečamo zmogljivost. Vendar pa prehrana z visoko vsebnostjo škroba oz. lahko dostopnih ogljikovih hidratov nima le prednosti, ampak lahko prinaša tudi določene slabosti in nevarnosti, ki se, če pri krmljenju ne upoštevamo določenih spoznanj in pravil, kažejo v različnih zdravstvenih težavah, katerim so v določenih primerih galoperji izpostavljeni bolj kot pa druge pasme ali konji, ki nastopajo v drugih konjeniških disciplinah. Iz tega lahko sklepamo, da je za atletske uspešnost poleg treninga bistvenega pomena tudi skrbno izbran in načrtovani prehranski režim. Določena pravila krmljenja pri konjih še niso dovolj raziskana, a lahko o pravilih krmljenja in odzivnosti nanj sklepamo iz prehrane vrhunskih športnikov, atletov.

KEY WORDS DOCUMENTATION

DN Dn
DC UDK 636.1.084/.087(043.2)=163.6
CX horses/racehorses/animal nutrition/carbohydrates
CC AGRIS L30/5120
AU PRUNK, Živa
AA SALOBIR, Janez (supervisor)
PP SI-1230 Domžale, Groblje 3
PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Animal Science
PY 2016
TI CARBOHYDRATE SUPPLEMENTATION PROBLEMS IN RACEHORSES
DT Graduation Thesis (University studies)
NO IX, 57 p., 3 tab., 13 fig., 47 ref.
LA sl
AL sl/en
AB The goal of the thesis was to review the available literature and to describe the issues of the carbohydrate supply in racehorses. Due to high athletic demands in training and racing the nutrition and feeding regimen of race horses must be equally carefully planned from first day of training as training itself. Starch-rich carbohydrate feedstuffs with high glycaemic index are the most suitable source of energy for a racehorse. Equally important, their feeding must be accompanied by proper feeding regime before and after work, and proper carbohydrate loading that increases the glycogen storage that enables the access to ready available energy sources in whole, even in the final stage of a race. Proper feeding regimen of the energy rich feedstuffs improves the athletic performance of the horse in completely natural, legal and harmless way. Feeding high quantities of starch-rich feedstuffs, on the other hand, does not bring only the advantages, but can have some less favourable, even harmful consequences. Especially if we ignore or do not follow the principles of nutrition and feeding various forms of health related issues may occur in racehorses more often than in other horse-breeds and in horses attending or taking part in other kinds of equestrian sports and activities. It is obvious that very important part of the athletic performance of a horse depends on the carefully prepared and planned feeding regime. Unfortunately, some aspects of horse nutrition and feeding are not completely explored yet, but in such cases we can draw the analogy from the nutritional knowledge of human athletes.

KAZALO VSEBINE

	str.
1 UVOD	1
2 RAZVOJ IN ZNAČILNOSTI GALOPERJA	3
2.1 POLNOKRVNI ANGLEŽ	3
2.2 O RAZVOJU GALOPSKIH DIRK	5
2.2.1 Sodobne galopske dirke	7
2.3 KAJ SE DOGAJA V KONJEVEM TELESU V DIRKI NA 1200 METRIH	8
2.4 FIZIOLOGIJA GALOPERJA	11
2.5 KONJEVA PREBAVILA	16
3 POTREBE PO ENERGIJI	18
3.1 VIRI IN IZKORIŠČANJE ENERGIJE V PRESNOVI	20
3.1.1 Beljakovine	20
3.1.2 Maščobe	21
3.1.3 Ogljikovi hidrati	22
3.1.3.1 Enostavni ogljikovi hidrati	23
3.1.3.2 Kompleksni ogljikovi hidrati	23
3.2 METABOLIZEM IN PRIDOBIVANJE ENERGIJE IZ HRANLJIVIH SNOVI	24
3.2.1 Anaerobni procesi pridobivanja ATP	25
3.2.2 Aerobni procesi pridobivanja ATP	26
3.2.2.1 Celično dihanje	26
3.2.2.2 Glikoliza	26
3.2.2.3 Krebsov cikel	26
3.2.2.4 Veriga prenašanja elektronov oz. dihalna veriga	26
3.2.2.5 Uporaba hranljivih snovi v procesu celičnega dihanja	27
4 OGLJIKOVI HIDRATI V PREHRANI KONJ	29
4.1 VIRI OGLJIKOVIH HIDRATOV V PREHRANI KONJ	29
4.1.1 Voluminozna krma	29
4.1.2 Močna krma	30
4.2 GLIKEMIČNI INDEKS IN GLIKEMIČNA ODZIVNOST	31
4.3 KONCENTRACIJA GLUKOZE V KRVI IN INZULINSKI ODZIV	32
4.3.1 Insulin	33
4.3.2 Vpliv obdelave krme na prebavljivost ogljikovih hidratov	34
4.4 APLIKACIJA GLIKEMIČNEGA ODZIVA V PRAKSI	37
4.4.1 Prebavljivost	37
4.4.2 Vpliv na trening	37
5 PRIMERJAVA MAŠČOB IN OGLJIKOVIH HIDRATOV V PREHRANI KONJ	39
5.1 DIETA Z VISOKIM DELEŽEM MAŠČOBE PRI LJUDEH	39
5.2 PREHRANA Z VISOKIM DELEŽEM MAŠČOBE PRI KONJIH	40
5.2.1 Varčevanje z glikogenom	41
5.2.2 Vpliv maščobe na prebavljivost hranljivih snovi	42
5.2.3 Maščoba kot dodatek k prehrani galoperja	42
6 KRMLJENJE ZA OBREMENITEV	43

6.1	ČAS KRMLJENJA	45
7	NAPAKE IN POSLEDICE NAPAK PRI OSKRBI Z OGLJIKOVIMI HIDRATI	48
7.1	LAMINITIS	48
7.2	DIABETES	49
7.3	NEDELJSKA BOLEZEN	50
7.4	GASTRIČNI ULKUSI OZ. RAZJEDE NA ŽELODČNI SLUZNICI	51
8	POVZETEK	53
9	VIRI	54
	ZAHVALA	

KAZALO PREGLEDNIC

str.

Preglednica 1: Priporočen dnevni vnos energije za pokrivanje vzdrževalnih potreb (NRC, 2007).....	18
Preglednica 2: Priporočeni dnevni vnos energije glede na zahtevnost obremenitve (NRC, 2007).....	18
Preglednica 3: Koncentracija hlapnih maščobnih kislin v želodcu 3-8 ur po zaužitju obroka v odvisnosti od vrste zaužite krme (mmol/l) (Mayer in Coenen, 2014).....	52

KAZALO SLIK

str.

Slika 1: Poraba energije v anaerobnih ter aerobnih procesih glede na tip obremenitve (Rosset, 2012).	25
Slika 2: Razmerje med aerobnimi in aerobnimi procesi pridobivanja energije glede na trajanje telesne aktivnosti (Ellis in Hill, 2005).	28
Slika 3: Vrednost glikemičnega indeksa glede na obdelava koruze (Pagan in Geor, 2001)	31
Slika 4: Približni časi tolerance za glukozo (puščice) in normalna koncentracija glukoze na tešče (senčeno) (Frape, 2010).	32
Slika 5: Odzivnost glukoze in inzulina v krvi na krmljenje sena in ovsa (Frape, 2010)	33
Slika 6: Vpliv obdelave ječmena na prebavljivost škroba (Arnold, 1982; Meyer in sod. 1993, 1995; de Fombelle in sod. 2001a, Varloud personal communication, vsi cit. po Julliand in sod., 2006).	35
Slika 7: Vpliv obdelave ovsa na prebavljivost škroba (Householder, 1978; Arnold, 1982; Radicke in sod. 1991; Meyer in sod., 1993, 1995; de Fombelle in sod., 2001a, vsi cit. po Julliand in sod., 2006).	35
Slika 8: Vpliv obdelave koruze na prebavljivost škroba (Hintz in sod. 1971; Arnold, 1982; Hinckle in sod., 1983; Radicke in sod., 1991; Meyer in sod., 1993, 1995; de Fombelle in sod., 2001a, vsi cit. po Julliand in sod., 2006).	36
Slika 9: Koncentracija glukoze v krvi med fizično aktivnostjo konj, ki so 2,5 do 3 ure pred aktivnostjo zaužili 1, 2 ali 3 kg koruze (Pagan in Geor, 2001).	38
Slika 10: Delež porabljene energije iz različnih virov v odvisnosti od trajanja obremenitve (Pagan in Geor, 2001).	41
Slika 11: Koncentracija glukoze v plazmi 3, 2 in 1 uro pred, med in po obremenitvi pri konjih, ki se bili bodisi tešči, krmljeni z žitom ali senom (Pagan, 2005).	44
Slika 12: Koncentracija inzulina v plazmi pri konjih krmljenih s senom v 3 različnih časovnih obdobjih, glede na močno krmo (Pagan in Hariss, 1999).	46
Slika 13: Koncentracija glukoze v plazmi pri konjih krmljenih s senom v 3 različnih časovnih glede na močno krmo (Pagan in Harris, 1999).	47

OKRAJŠAVE IN SIMBOLI

GI: glikemični indeks

ERS ali Equine Rhabdomyolysis Syndrome: konjski rabdomiolizni sindrom

PSSM ali Polysaccharide Storage Syndrome: polisaharidna hrambna miopatija

ATP: adenzin trifosfat

NADH: nikotinamid adenin dinukleotid

LDH: laktat dehidrogenaza

FADH₂: flavin adenin dinukleotid

1 UVOD

Čeprav je lepo videti konja v polnem galopu, se je potrebno zavedati, da tek pri polni hitrosti na razdalji npr. 2.400 m z viškom hitrosti proti koncu, ko bi morala hitrost po naravi stvari zaradi utrujenosti pojemati, za konja ni naravno početje. To posledično pomeni tudi, da hrana, ki jo konj sicer uživa prosto v divjini, ne zadošča za pokrivanje tako visokih energijskih potreb, kot nastajajo pri dirkah. Na srečo pa konji več kot voljno jedo tudi različno energijsko močnejšo in dirkanju ustrežnejšo krmo, pri čemer so glede na trajanje običajne dirke v razmerju z razpoložljivosti energijskih snovi v telesu za galoperje najprimernejši ogljikovi hidrati, a ne vsak od njih, poznati pa je treba tudi način polnjenja glikogenskih rezerv, da dosežemo čim hitrejšo nadomeščanje porabljenih energijskih snovi in ustvarjanje ergogenih učinkov.

Človeška nečimrnost, želja po zmagovanju in hitrem ter lahkem zaslužku nimajo vedno le negativnih posledic. Prav vse naštetu je namreč privedlo do nastanka »popolnega dirkalnega stroja« na štirih nogah, z repom in grivo. Pasma so poimenovali angleški polnokrvni konj, glavno selekcijsko sredstvo pri razvoju in ohranjanju pasme pa ostaja prav prvotni namen njenega nastanka, dirkanje. Morda se ravno zaradi tega za poimenovanje pasme v nekaterih krogih še vedno uporablja ime, ki označuje njeno uporabo, galoper.

Obstaja cela vrsta načinov, kako pravilno krmiti galoperja. Novosti in ideje se pojavljajo vsakodnevno, tako v strokovni literaturi kot tudi v praksi. Krma v galopskem svetu ne predstavlja izključno le oskrbe za preživetje, krma je sredstvo, s katerim manipuliramo na poti do konjeve maksimalne atletske pripravljenosti. Prehrana galoperja predstavlja velik strošek. Raziskave kažejo, da v konjski industriji na Irskem, v konjeniških centrih, drugi najvišji strošek predstavlja ravno prehrana konj (Corbally, 1995, cit. po Frape, 2010). Prav zaradi tega mora biti skrbno načrtovana. Predvsem nam pravilno krmljenje zagotavlja poleg uspešnega treninga tudi tisto, kar rabimo za doseganje dobrih rezultatov, ki so osnova za nadaljnjo selekcijo in rejo.

Poleg kakovostnega sena, ki predstavlja večji del voluminozne krme v obroku, velik del prehrane predstavljajo tudi močna krmila. Glavni vir energije predstavljajo seveda ogljikovi hidrati, vendar svoj delež pri pokrivanju energijskih potreb doprinesejo tudi beljakovine in maščobe. Poleg krme same, je zelo pomemben tudi način in čas krmljenja, toliko bolj, ker gre za vrhunske konje, na meji zmogljivosti.

Ravno zaradi pogostega srečevanja s problematiko oskrbe z ogljikovimi hidrati pri galoperjih sem v diplomskem delu podrobneje raziskala njihov pomen v različnih fazah treninga, probleme, povezane s tem, ter odzivnost konja na manipulacijo s prehrano, bogato z ogljikovimi hidrati.

Namen diplomske naloge je bil osvetliti in razložiti oskrbo galoperja z ogljikovimi hidrati kot primarnega energijskega vira, ki konju, poleg vzdrževanja osnovnih življenjskih potreb, omogoča razvijanje in ohranjanje hitrosti tudi na razdaljah, na katerih konji v

Prunk Ž. Problemi oskrbe z ogljikovimi hidrati pri galoperjih.

Dipl. delo. Ljubljana, Univ. v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko, 2016

naravi ne bi tekli s polno hitrostjo ali pa na taki razdalji vsaj ne bi tekli s hitrostjo, s katero sicer tečejo v dirki.

2 RAZVOJ IN ZNAČILNOSTI GALOPERJA

2.1 POLNOKRVNI ANGLEŽ

Pasma je nastala v Veliki Britaniji, kot popolnoma dovršen »dirkalni stroj« v 17. in 18. stoletju.

Uradni začetek beleženja pasme z uvedbo rodovne knjige sega v leto 1791. Vsi današnji polnokrvcni so potomci tistih nekaj žrebcev in 100 kobil, ki so bili vpisani v prvi zvezek rodovne knjige. Morda so si glede na nastanek pasme nekoliko neupravičeno prisvojili status »čistokrvnosti« (thoroughbred, kot se v angleščini imenuje pasma, pomeni namreč čistokrven) in je neposredni prevod arabske besede »Kehilan«, saj je dejstvo, da je pasma nastala s križanjem plemenitih linij sicer »čistih« puščavskih konj: arabca, berbera in menda celo ahaltekinca, ki so jih pripuščali na lokalne angleške kobile ter vzredili konja, katerega po hitrosti in dirkalni vzdržljivosti na dirkalnih preizkušnjah do 3.600 m praviloma ne more premagati nobena druga pasma konj (Russell, 1998).

Začetniki pasme t.i. temeljni očetje, so bili trije žrebci, uvoženi v Anglijo koncem 17. ter v začetku 18. stoletja, s katerimi so križali avtohtone kobile. To so bili Byerley Turk, Darley Arabian in Godolphin Arabian in so začetniki krvnih linij v reji angleškega polnokravnega konja, katerih nosilci so Herod (roj. 1785) – linija Bayerley Turk, Eclipse (roj. 1764) – linija Darley Arabian in Matchem (roj. 1748) – linija Godolphin Arabian (Jurkovič, 1983).

Sredi 18. stoletja so s križanji prenehali in od takrat naprej se pasma vodi in vzreja kot čista pasma. Seveda so bili v linijah prisotni tudi drugi žrebci, vendar so prav omenjeni trije prevzeli glavno vlogo pri nastanku pasme, saj se je čez nekaj generacij izkazalo, da potomci in potomci potomcev teh treh žrebcev, dajejo najuspešnejše dirkalne konje. Tako lahko pri vsakem polnokravnem angležu v pedigreju sledimo vse do zgoraj omenjenih žrebcev (Greely in sod., 1985).

Leta 1791 je James Weatherby izdal prvi zvezek, imenovan General Stud Book (Glavna rodovna knjiga) in od tedaj je v knjigo lahko vpisan vsak čistopasemski polnokrveni anglež, katerega starša sta v direktni liniji s prvotnimi snovalci te pasme tako po očetovski kot tudi po maternalni liniji, sledljivi vse do prvih vpisov v rodovno knjigo.

50 let po prihodu arabskih žrebcev v Veliko Britanijo so prvi kolonisti odpeljali polnokrvne angleže tudi čez Atlantik. Prvi registriran je bil leta 1730 Bulle Rock, sin Darley Arabiana, kar je omogočalo širitev pasme tudi po drugih celinah (Condry, 1985).

Stoletna selekcija je pripomogla k temu, da angleški polnokrveni konji zorijo hitreje kot druge pasme konj, zaradi česar jih veliko število uspešno začne in nadaljuje dirkalno kariero že pri rosnih dveh letih, poln dirkalni razcvet pa doživijo pri treh letih in z dirkanjem prenehajo, ko njihovi kolegi drugih pasem šele začnejo spoznavati namene, zaradi katerih jih je človek vzgojil.

V sedanjosti so te plemenite živali sposobne dosegati velike hitrosti. Eno miljo (1.600 m) lahko pretečejo s povprečno hitrostjo 64 km/h, medtem, ko se maksimalna hitrost približa in večinoma tudi preseže 70 km/h.

Čeprav je polnokrvni anglež, z dolgimi tankimi nogami, plemenito glavo, svojim temperamentom in nepremagljivo eleganco hitro razpoznavna pasma, obstaja znotraj pasme več tipov konj (Russell, 1998), vendar glede na sam tip zunanosti ne moremo soditi o njihovi dirkalni afiniteti. Med sprinterji imamo namreč tako nižje konje s kratkim telesom, kratkimi mišicami in kratkim eksplozivnim korakom, kot tudi visoke in vitke predstavnike pasme z dolgimi mišicami. Enako velja na daljših razdaljah, tako da na podlagi tipa konja resnično ne moremo soditi o njegovih sposobnostih oz. primernosti za tekmovanje na neki določeni dirkalni distanci, še zlasti zato, ker se med najuspešnejšimi predstavniki na posamezni razdalji resnično pojavljajo konji vseh tipov in oblik.

Višina polnokravnega angleža se, merjeno v najvišji točki vihra, najpogosteje giblje med 158 cm in 173 cm, povprečna pa je okoli 160 cm, pri čemer ne drži pravilo, da so kobile vedno nižje in šibkejšje.

Obstojijo v vseh barvnih odtenkih, najpogostejši pa so rjavci in temni rjavci. Dovoljene so oznake tako na nogah, telesu in glavi, najdemo pa tudi posamezne primerke v dveh barvnih odtenkih, tako imenovane »paint horse«, kakor tudi popolnoma bele konje, albine.

Kljub temu, da se večina polnokrvnih angležev vzreja za galopske dirke, to še ne pomeni, da pasma ni uporabna tudi za druge namene. Veliko konj te pasme tako najdemo prav v vseh konjeniških disciplinah, bodisi kot odslužene in prešolane dirkalne konje, kateri navadno okoli 10. leta zaključijo z dirkanjem, bodisi kot dresurne konje, predvsem zaradi njihove elegance. Uspešni so tudi v preskakovanju ovir, saj so okretni, hitri in eksplozivni.

Zelo zaželeni so tudi kot melioratorji drugih konjskih pasem, pri čemer pa taki potomci v skladu z rejskimi programi za posamezno pasmo, ne veljajo za križance (hanovranec, quarter horse ...). Z oplemenitenjem našte pasme izboljšajo svoje lastnosti, predvsem hitrost, okretnost in temperament. Zelo zaželeni, predvsem odsluženi in prešolani, pa v zadnjih letih postajajo tudi kot konji za vse bolj razširjeno vsestransko preizkušanje, imenovano tudi »tridnevno tekmovanje« ali »eventing« (kjer tekmujejo v dresuri, preskakovanju ovir in tekmovanju na ovirah v naravi) in tudi kot odlični jahalni in terenski konji (Ivers, 2003).

Oblika glave je pri večini predstavnikov pasme inteligentna, plemenita, ravna, ne prevelika, z velikimi izrazitimi očmi in srednje dolgimi ušesi. Vendar tudi tukaj najdemo velike raznolikosti znotraj pasme. Vrat je eleganten, raven, lepo omišičen, pravilno nasajen na telo, z zelo pomembno funkcijo pri maksimalnih obremenitvah (vrat deluje pri gibanju kot nekakšno nihalo), zato so večja odstopanja nezaželena. Podobno velja za plečko, ki naj bi bila dobro omišičena, zaželena je nestrma, s kotom, manjšim od 45°. Vsa odstopanja od navedenih vodijo k večji izpostavljenosti za poškodbe (predvsem prednjih okončin). Telo je izrazito športno, mišičasto, z globokim prsnim košem, ki nudi veliko prostora srcu in pljučem, saj sta ta dva organa pri galoperju najbolj obremenjena. Pri povprečnem

predstavniku pasme srce navadno tehta več kot 4 kg. Telo je kratko, dobro definirano, s prožnimi rebri, mišice zadnjega dela pa so lepo in močno razvite, rep je nasajen visoko. Okončine so tanke, dolge z jasno izraženimi kitami, obseg piščali je med 19 in 22 cm. Sklepi so lepo formirani, prožni. Zelo pogoste so nepravilnosti v stoji, predvsem zadnjih pa tudi sprednjih okončin, ki pa ne vplivajo nujno na uspešnost v dirkah, predstavljajo pa povečano nagnjenost k poškodbam (Russel, 1998).

2.2 O RAZVOJU GALOPSKIH DIRK

Zametki ravnih galopskih dirk vodijo na otok, v Veliko Britanijo. Uradno se je začelo leta 1174, ko so v Smithfieldu v neposredni bližini Londona priredili prvo dokumentirano ravno galopsko dirko na razdalji štirih milj (6.400 m). Prirejanje dirk se je nadaljevalo skozi srednji vek, večinoma na poljih in tržnicah, ter širilo krog ljubiteljev. S kraljevo podporo dirkanju in reji dirkalnih konj so galopske dirke postale javne in leta 1727 so bili rezultati prihajajoče dirke prvič objavljeni v za ta namen izdanem časopisu z naslovom Racing Calendar.

Človek že od nekdaj tekmuje na najrazličnejše možne načine in z najrazličnejšimi sredstvi. Temu se niso uspele izogniti niti živali, še najmanj najprimernejši dirkalec med njimi, domači konj oz. *Equus caballus*. Dirke so prva pravila in formalnosti, ki so veljala za take dogodke, dobile nekje v 15. stoletju, ko so angleški plemiči merili moči svojih konjskih varovancev v »dvobojih«. V njih sta se pomerila dva konja, vsak lastnik pa je zastavil določeno vsoto denarja, lastnik zmagovalnega konja pa je pobral ves zastavljeni denar – tako svojega, kot tudi tistega, ki ga je zastavil lastnik nasprotnega konja (pravilo »winner takes all« - zmagovalec pobere vse - za razliko od današnjih dirk, kjer si nagradni sklad razdelijo najmanj prvi štirje udeleženci dirke). Ta strast se je pozneje formalizirala v obliki konjeniških dogodkov, v katerih je nastopalo več konj, le da so, za razliko od današnji galopskih dirk, konji tekmovali na precej daljših razdaljah. Dirkali so »od cerkvenega zvonika do cerkvenega zvonika«, pri čemer je lahko tekmovalec ubral katerokoli pot, tudi čez »drn in strn« (moderni ekvivalent teh dirk so steeple chase dirke - galopske dirke čez trde ovire), še pozneje pa so konjem predpisali tudi pot, po kateri morajo tekmovali. Le tako se je namreč izkazala hitrost in moč živali v primerjavi z drugimi konji v dirki in na rezultat ni neposredno vplivala iznajdljivost in veščina jahača. Tudi te dirke so navadno potekale na razdaljah približno 6. milj (cca. 10 km). Konji so v enem dirkalnem dnevu običajno tekli po trikrat, po pravilu izpadanja pa je zmagal konj, ki je bil najboljši v večjem številu »heatov«, kot so imenovali posamezno dirko (Condry, 1985).

V začetku 17. stoletja so prišli do spoznanja, da konj, ki je uspešen na dirkah med zvonikoma v kraju A in B, ni nujno enako uspešen v dirki med zvonikoma v krajih C in D, kar gre pripisati predvsem različnim razdaljam in poteku same proge. Zaradi tega so začeli prirejati »tradicionalne dirke«, ki so vsako leto potekale v istem kraju, na isti progi ter na isti razdalji. Začelo se je moderno obdobje dirkanja. Tako je James I. že v začetku 17. stoletja odredil, da mora njegov dvor vsako leto za nekaj časa preseliti svoj sedež v Newmarket, ki so ga, morda nekoliko neutemeljeno, saj je bilo dirkanje razširjeno po vsem kraljestvu, razglasili za zibelko galopa. Kraljeva strast do hitrostnih tekmovanj s konji pa se še zdaleč ni mogla kosati z isto strastjo njegovega sina, Charlesa I., ki je 1634

organiziral prvo pokalno dirko. Pri njej ni šlo izključno za denarno nagrado, ampak je imel dogodek tudi neko bolj tekmovalno plat, zmagovalec pa je dobil pokal, ki je vsako leto za eno leto romal iz rok lastnika minulega zmagovalca v roke lastnika novega, aktualnega zmagovalca.

Skozi stoletja dirkanja so se v dirkalnih koledarjih ustalile določene dirke, ki se na isti razdalji odvijajo v istem obdobju koledarskega leta na enaki podlagi (galoperji tečejo po travi ali pesku, v zadnjem času tudi na sintetičnih podlagah) in istem hipodromu oz. isti progi (hipodrom ima lahko tudi več prog) leto za letom. Med najpomembnejše dirke na svetu sodijo 2000 Guineas (Newmarket, 1600 m, za triletne konje), Epsom Derby (Epsom Downs, 2400 m, za triletne konje), Irish Derby (Curragh, 2400 m, za triletne konje), St. Leger (Doncaster, 2800 m, za triletne in starejše konje), vse tri dirke, ki tvorijo ameriško Trojno krono (Kentucky Derby, Preakness Stakes, Belmont Stakes, vse tri za triletne konje), Prix de l'Arc de Triomphe (2400 m) v Franciji, avstralski Melbourne Cup (3200 m) in še modernejšie oz. novodobna ameriški Breeder's Cup (več dirk na različnih razdaljah in na različnih podlagah) ter Dubai World Cup (2000 m) (Condry, 1985). V naši regiji pa imajo dobro stoletje in pol dolgo tradicijo avstrijski in madžarski derbi za triletne konje ter madžarske Oaks za triletne kobile.

Prav galopske dirke so pripeljale do spoznanja, da se med dirkalnimi konji najbolj obnesejo potomci treh žrebcev, Darley Arabiana, Byerly Turka in Godolphin Barba, kar je privedlo do interesa za vzpostavitev registra teh konj, zaradi česar je nastala rodovna knjiga angleškega polnokrvnega konja, v katero so vpisani vsi današnji polnokrvni angleži, ki morajo izpolnjevati bistveni pogoj – po vseh dednih linijah morajo izkazovati krvno nasledstvo žrebcev in kobil, ki jih je James Weatherby vpisal v prvotno rodovno knjigo leta 1791. Mešanje krvi pri polnokrvnem angležu ni dovoljeno (Condry, 1985).

Raziskave so pokazale, da imajo polnokrvni angleži več hitro krčljivih mišičnih vlaken kot pa drugi dve konjski pasmi, ki sta se še izkazali primerni za galopske dirke: polnokrvni arabski in quarter konji. Slednji so sloveli kot najhitrejši konji na četrto milje (400 m), vendar moderne primerjave kažejo, da tudi na tej razdalji angleški polnokrvnjak praviloma prehitijo quarterja zaradi tega pojem »galopske dirke« praviloma ne opisuje samo dirk, na katerih konji tečejo v točno določenem hodu, v galopu, ampak označuje galopske dirke z angleškimi polnokravnimi konji (Ivers, 1999).

2.2.1 Sodobne galopske dirke

Galop ni konjeniški šport, ampak je selekcijska metoda, pri kateri je cilj križati najboljše z najboljšimi, v upanju, da bo produkt takega križanja dosegel vsaj povprečje najožjega sorodstva. Cilj vzreje je vzgojiti konja, ki bo hitro dozorel (kar bo izkazal z dirkanjem pri dveh letih), dominiral v svoji generaciji kot triletnik in potrdil zmagovalno formo na najvišjih ravneh dirk tudi kot štiriletnik. Pri tem rejci v zadnjem času na žalost vse prevečkrat pozabljajo na trdnost, to je veliko število štartov brez poškodb, in konformacijo ali ju zanemarjajo, zaradi česar so moderni galoperji veliko bolj krhki, kot pa njihovi predniki pred npr. 15 leti.

Že zgoraj sem omenila, da galoperji tečejo na različnih razdaljah in na različnih podlagah (trava, pesek ali sintetični podlagi), pri čemer so na nekaterih progah tudi ovire: bodisi trde (*steeple chase* dirke) ali iz šibja.

Galoperje glede na razdalje, na katerih najuspešneje tečejo, delimo na:

- šprinterje (od 900 do 1400 m),
- miljaše (od 1400 do 1800 m),
- srednjeprogaše (od 1800 do 2200 m),
- konje, ki tečejo na klasičnih razdaljah (od 2200 do 2800 m),
- dolgoprogaše (nad 2800 m).

Nadalje dirke delimo na:

- Dirke s pogojem. Na njih lahko sodelujejo samo konji, ki izpolnjujejo pogoj iz razpisa dirke npr. »konji, ki niso zaslužili več kot XY EUR« ali pa: »konji, ki niso zmagali več kot X-krat«;
- Dirke za konje brez zmage. Gre za eno bolj tipičnih dirk s pogojem, v kateri lahko, kot pove ime, sodelujejo samo konji, ki v svoji dirkalni karieri še niso zmagali.
- Dirka debitantov. Pogost tip dirke s pogojem, v katerih lahko sodelujejo samo konji, ki v dirki sodelujejo prvič. Te dirke so najbolj pogoste za dvoletnike, pojavljajo pa se tudi v začetku konjeve triletnice sezone.
- Prodajne dirke. Na teh dirkah so na prodaj vsi konji, ki so vpisani v dirko, pri čemer je v dirkalnem programu vedno objavljena tudi izklicna prodajna cena, od katere je odvisno, kakšno težo konj v dirki nosi (višja je cena, večja je teža, pri čemer so cenovni razredi razpisni v razpisu dirk). Ločujemo dve vrste prodajnih dirk: dirke, pri katerih po dirki za zmagovalca ali drugega konja, ki ga nekdo želi kupiti, steče dražba, pri drugi vrsti pa poteka prodaja preko oddajanja pisnih ponudb, ki poteka do konca dirke.
- Handicap dirke. To je najpogostejši tip dirk. V njih »handicaper« določi konju težo glede na njegovo kvaliteto; boljši konji nosijo več, slabši manj, teža pa se določi glede na rezultate in glede na konkurenco, v kateri je posamezni konj svoje rezultate dosegel. Osnovni princip teh dirk temelji na starem konjarskem pravilu, da »konj lažje 10 kg vleče, kot pa nese«, v praksi pa to pomeni, da en kilogram na

progi predstavlja eno konjsko dolžino (3 m). Pri določitvi teže (jezdec, skupaj z opremo), katero konj nosi v dirkah, se upošteva tudi starost in spol konja.

- Po kvaliteti so handicap dirke navadno označene z rimskimi številkami od V do I, pri čemer označuje I najvišjo raven teh dirk.
- Listed dirke. Višja raven dirk, v katerih sodelujejo kvalitetnejši konji, ki izpolnjujejo razpisne pogoje.
- Group (tudi G) dirke. Najvišja raven dirk, v katero sodijo vse klasične dirke in druge najpomembnejše dirke z najvišjimi nagradnimi skladi (Dubai World Cup npr. 10 milijonov dolarjev); razvrščene so v 3 kategorije – Group 3, Group 2 in Group 1, pri čemer predstavlja G1 najvišjo raven.
- Klasične dirke (navadno gre za dirke Listed ali Group). To so dirke, ki so pomembne za rejo in uživajo visok mednarodni ugled, večina pa jih je na razdalji 1600 m, 2200 in 2400 m. Mednje sodijo vse najpomembnejše dirke triletnikov, z Derbyjem na čelu.

Dirkalna kariera konja se začne najprej pri dveh letih, pri čemer se starost ne določa po dejanskem rojstnem datumu, temveč, podobno kot npr. pri avtomobilih, po letniku. Pri čemer so v tem obdobju pri dirkanju prisotne določene omejitve, glede razdalje in glede starosti njegove konkurence. Najtežje in najpomembnejše dirke konj teče pri treh letih, le redki dobri konji nadaljujejo z dirkanjem tudi pri štirih letih, saj jih lastniki zaradi nevarnosti poškodbe raje dirkalno upokojijo in jim namenijo novo kariero plemenskih živali. Zgornje starostne omejitve pa ni, tako da nekateri uspešno pometajo s konkurenco tudi pri starosti nad 10 let.

2.3 KAJ SE DOGAJA V KONJEVEM TELESU V DIRKI NA 1200 METRIH

Dogajanje znotraj telesa vrhunškega galoperja, povzeto po knjigi Toma Iversa, *The complete guide to claiming thoroughbreds* (Ivers, 1999).

V preizkusnem galopu Angel Cordero¹ konja dobro ogreje. To stori vedno, kadar misli, da ima konj možnosti za zmago. Srčni utrip se dviga, najprej 120 udarcev na minuto, potem 140, pozneje 160. Krvožilni sistem se odzove, na desetine tisoče krvnih žil na relaciji srce - pljuča se razširi v odzivu na avtonomne snovi, izločanje katerih izzove povečana telesna aktivnost. Milijoni arterij, ven in kapilar v mišicah, tetivah, ligamentih, kosteh in vitalnih organih se na široko odpre, da lahko po njih steče s kisikom in energijskimi hranili bogata kri. Za nekaj sekund se srčni utrip približa 180 udarcem na minuto in v tem trenutku se začne vranica krčiti in v krvni obtok izločati milijone rdečih krvničk, s čimer se v krvi podvoji njihovo število, prav tako pa se s tem posledično podvojijo tudi kapacitete, ki telesu zagotavljajo oskrbo s kisikom. Pri tem se sprosti dodatna toplota, zaradi česar postanejo tetive, ligamenti in vezivna tkiva, kakor tudi same mišice, bolj sproščeni in prožni. Poveča se tudi gibljivost sklepov. Manjši val adrenalina poskrbi, da konj usloči vrat in se nasloni na brzdo, usmeri ušesa pokonci naprej, njegove mogočne mišice pa

¹ Angel Cordero šteje za enega najboljših svetovnih jockeyev vseh časov, predvsem po številu zmag.

zatrepetajo v pričakovanju skorajšnjega srečanja z naporom, ki bo organizem prignal na sam rob njegovih zmogljivosti.

Konj vstopi v startno napravo in njegov srčni utrip pade na 130 udarcev na minuto. Od tega 100 udarcev na minuto predstavlja tako imenovani delovni srčni utrip, 30 udarcev pa je posledica vznemirjenja. Vrata startne naprave se tleskoma odpro in milijoni mišičnih celic se simultano skrčijo ter ustvarijo potisk, ki konja izstreli iz njegovega startnega boksa. Srčni utrip skoraj istočasno poskoči na 190 udarcev na minuto. Prednji nogi prvič udarita po progi, zadnji nogi pa jima sledita praktično istočasno, a ne povsem simultano, pri čemer nogo, ki je zadnja, zadane obremenitev kakšnih 5.000 kg. V le 43 stotinkah sekunde so vse štiri noge spet v zraku, pri čemer je bila vsaka od njih na tleh le približno 2 stotinki (zaradi opisane »nesinhronosti« prihaja do trenutkov, ko sta v stiku s tlemi le dve, v določenih trenutkih pa tudi tri noge).

Ko noge udarjajo po tleh, senzorji v tetivah in ligamentih pošiljajo živčnemu sistemu v hrbtenici sporočila, da je vse v najlepšem redu in da naj nadaljuje. Na podlagi teh sporočil osrednji živčni sistem nadaljuje z izvajanjem naloženega programa, po katerem konj z nadaljnjim izvajanjem zaporedja simultane krčenja velikega števila mišičnih celic še naprej teče, kot bi mu gorelo za petami. Če bi pri katerem od udarcev nog ob tla senzorji zaznali poškodbo, bi osrednjemu živčnemu sistemu poslali ukaz »stop«, na podlagi česar bi živčni sistem prenehal z izvajanjem dosedanjega programa oz. aktivnosti ali pa bi ta program ali aktivnost prilagodil in s tem preprečil povečanje poškodbe ali celo nadaljnje poškodovanje.

Konj pospešuje in s povečevanjem hitrosti se do viška kmalu povzpne tudi obremenitev vodilne noge, ki pri polni hitrosti presega 9.000 kg; le majhen neroden korak, majhna napaka v mišični izvedbi sekvence krčenja je potrebna in sila, ki obremenjuje prednjo nogo, bo presegla 11.000 kg, pri čemer se bo ob taki sili oz. pritisku eno od tkiv, bodisi tetiva, ligament bodisi kost ali hrustanec, nedvomno vdalo. Dirkalni konj je resnično »dirkalni stroj«, ki deluje na zgornji meji svojih zmogljivosti in pri katerem prihaja do »preizkusa trdnosti« praktično pri vsakem galopskem skoku.

Ko prednji nogi pristaneta na tleh, se premakne in v prepono udari na desetine kilogramov prebavnih organov, ki pri konju s tkivi niso pripeti na kosti v hrbtnem delu trupa, kot na primer pri ljudeh. Pri tem iztisnejo zrak iz pljuč, razen če konj ne zadržuje diha, pri čemer v pljučih nastane visok pritisk. Ko pridejo na vrsto zadnje noge in se konj iztegne preko peščene proge, prebavila ponovno zdrsnejo proti zadku, tako da konj v tem času uspe ujeti hiter vdih.

Ob koncu ravnine, tik pred vhodom v ovinek, ko teče »na notranji nogi«, se konj giblje praktično pri polni hitrosti, le malenkost pod njegovim hitrostnim maksimumom. Srčni utrip se nahaja nekje pri 212 udarcih na minuto. Zadaž v strojnici pa se prva skupina utrujenih mišičnih celic sooča s pomanjkanjem glikogena in ustvarja vse večje in večje količine mlečne kisline. Osrednji živčni sistem prejme prva sporočila, naj vpokliče nove enote, doslej še neuporabljene mišične celice, ki v polni pripravljenosti in polne goriva samo čakajo na ukaz iz hrbteničnega poveljstva.

Medtem krvne žile in medcelične tekočine odnašajo mlečno kislino proč od utrujenih mišičnih vlaken, v krvni obtok in v jetra, kjer bo stekel postopek pretvorbe v glikogen. Celice nekaterih hitro krčljivih mišičnih vlaken pa imajo oksidativno sposobnost, tako da iz krvi, ki teče mimo njih, izločijo del mlečne kisline in jo s svojimi mitohondriji ponovno pretvorijo v neposredno poraben energijski vir. Če ima organizem na razpolago te visoko usposobljene skupine mišičnih celic, poteka naraščanje mlečne kisline bolj zmerno, s tem pa se podaljšuje delovanje tistih mišičnih celic, ki v kislem okolju niso sposobne nadaljevati s krčenjem.

Ovinek je mimo in konj prihaja v ciljno ravnino. Leva sprednja noga pošlje poveljstvu v hrbtenici sporočilo: »Preobremenitev!« Če bo telo nadaljevalo na tak način, bo nekaj odpovedalo. V večini takih primerov poveljstvo sproži program »menjava noge«² in funkcijo vodilne noge³ prevzame druga prednja noga. Včasih se zgodi, da mora povelje za zamenjavo »izreči« jockey in konj lahko nogo zamenja površno, zaradi česar pride do napačnega koraka in s tem do poškodbe. Včasih pa je tudi druga noga, tista, ki bi morala prevzeti vodilno vlogo že razbolena, zaradi česar v tistem trenutku v hrbtenično poveljstvo že tudi sama pošilja sporočila, da je preobremenjena, in do menjave vodilne noge ne pride. Običajno je posledica takega scenarija, da konj upočasni, pri čemer samo izvršuje ukaze, nad katerimi nima neposrednega zavestnega vpliva.

Jockey pa zahteva ciljni sprint, tako imenovani *finish*. Ampak, konj tega ne zmore več. Ob srčnem utripu, ki se približuje 240 udarcem na minuto in koncentracijam mlečne kisline v krvi, ki presegajo 20 milimolov na liter in se še vztrajno višajo, z večino mišičnih celic, ki so porabile svoje gorivo in jih žive jedo sosednje celice, katere se pri zadovoljevanju svojih potreb po beljakovinah, ki bi jim omogočili izvršitev ukazov iz hrbteničnega poveljstva, ne sramujejo niti kanibalizma, lahko konj le še ohranja svoj moment. Njegovi tekmeči, ki ne zmorejo niti tega, upočasnijo. Našega konja pa je jockey pravilno ogrel. Zaradi tega je imel že na začetku dirke na razpolago tiste dodatne rdeče krvničke, z delom katerih se je proces kopičenja mlečne kisline nekoliko upočasnil, tako da lahko nadaljuje z galopiranjem še tudi takrat, ko morajo drugi konji že upočasniti.

Konj prečka ciljno črto in jockey popusti vajeti. Organizem preneha pošiljati mišičnim celicam ukaze za nadaljevanje izvajanja zaporedij krčenja in konj postopoma upočasni svoje gibanje. Njegov srčni utrip zelo hitro pade, pri čemer praktično v trenutku prečka vrednost 200 udarcev na minuto, nato pa počasi drsi navzdol do 135 udarcev na minuto, kjer obstane in ko kri odplakne mlečno kislino v jetra, postopoma pade na raven »aktivnega« počitka. Gibanje prevzamejo doslej še skoraj neizkoriščene celice počasi krčljivih mišic, ki pri tem iz tkiv v kri izločijo mlečno kislino in ostanke mišičnih celic, katere so se med dirko razpočile. Približno pet minut po koncu dirke doseže raven kisline v krvi svoj vrhunec, že pol ure pozneje pa telo 50 % te kisline spet predela v glikogen, ta pa

² menjava galopa, izvede se v fazi lebdenja ko sprednja in zadnja noga v istem trenutku zamenjata poziciji

³ je tista, ki v diagonalnem, normalnem galopu je tista, ki podpira večji del mase in dela daljši korak ter ostane v stiku s tlemi dlje kot ne-vodilna noga

je s krvjo že na poti nazaj, namenjen polnitvi mišičnih celic. Približno v istem času se presežek rdečih krvničk ponovno umakne v vranico.

Ko se konj bliža prostoru za zmagovalce, njegova telesna temperatura dosega 42°C, zaradi česar sunkovito diha, deloma zaradi tega, ker se s tem hladi, deloma pa zato, ker v njegovem telesu poteka postopek reoksidacije krvničk. Celice hitro krčljivih mišičnih vlaken so v tem času že obnovile zaloge fosfatnih goriv, ki jih potrebujejo za hitro krčenje (konj pa za tek); dirkalni konj lahko namreč že dve minuti po dirki ponovno 400 m teče na zgornji meji svojih dirkalnih sposobnosti. V dirki je konj izgubil 15 do 20 kilogramov, večinoma na račun porabljenega mišičnega goriva in izločene vode. Postopek obnove in polnitve z gorivom že teče. Če konj na tej točki nadaljuje z lahkim delom, bo postopek okrevanja še hitrejši (Ivers, 1999).

2.4 FIZIOLOGIJA GALOPERJA

Za sprejemanje pravih odločitev glede prehrane galoperjev je nujno potrebno poznavanje osnovne fiziologije dirkanja. Le razumevanje tega, kaj se v konjevem telesu dogaja med napornimi treningi in dirkami nam namreč omogoča pravilno reševanje in zadoščanje galoperjevih prehranskih potreb. Za tako intenzivno telesno aktivnost kot so galopske dirke je potrebno optimalno sodelovanje gibalnega, dihalnega in srčno-žilnega sistema.

Nikakršno naključje ni, da ljudje konje že stoletja uporabljajo (tudi) za dirkanje. Konj je namreč rojen atlet, saj se je njegovo telo tekom evolucije izoblikovalo na način, ki omogoča izjemno dober izkoristek energije, katero dobi preko prehrane. V primerjavi z drugimi rastlinojedci podobne velikosti (na primer govedo), je konjevo telo veliko bolj »športno«. Konj svojo izjemno atletsko sposobnost in hitrost dolguje svojemu izjemno učinkovitemu gibalnemu aparatu. Tako velika žival naj bi za gibanje, sploh pa za gibanje pri večjih hitrostih, porabila zelo veliko energije. Glede na to, da večino konjeve prehrane sestavlja nizko energijska voluminozna krma, bi lahko oskrba z energijo predstavljala problem. Zaradi tega se je konjevo telo tekom evolucije razvilo tako, da med gibanjem zagotavlja majhno porabo energije (Henson, 2009).

Okostje predstavlja osnovno strukturo telesa, ki služi kot ogrodje za gibanje. V osnovi je okostje konja precej podobno okostjem drugih sesalcev, z nekaj pomembnimi razlikami. Konjeva hrbtenica je v primerjavi s hrbtenicami nekaterih drugih sesalcev precej rigidna, saj je gibanje med vretenci prsno-ledvenega dela hrbta zelo omejeno. To konju omogoča gibanje z manj mišičnega truda in posledično manjšo porabo energije. Druga posebnost konjevega skeleta je odsotnost ključnice. Sprednja noga je na hrbtenico pripeta le preko mišic. Med gibanjem pri visoki hitrosti na sprednji nogi deluje ogromna sila, ki jo lahko mnogo bolje kot ključnica absorbira velika mišična masa (Wolff, 1986). Sama zgradba kosti se pri konjih ne razlikuje od zgradbe kosti ostalih sesalcev. Ker zlom kosti pri tako veliki živali po navadi pomeni konec kariere, če ne celo življenja, je pri treningu galoperjev potrebno poskrbeti za to, da konj ni podvržen prevelikim obremenitvam. Kost je živo tkivo, ki se po Wolfovem zakonu prilagaja zunanjim obremenitvam, kar nekateri trenerji (še posebej v ZDA) s pridom izkoriščajo. V ZDA dirke vedno potekajo v isti smeri

(v nasprotni smeri urinega kazalca, oziroma, kot to imenujejo v žargonu »v levo«), kar pomeni, da so kosti vedno obremenjene enako. Nekateri trenerji zato mlade konje na to pripravljajo tako, da jih že zelo zgodaj trenirajo po progi izključno v smeri dirk. Obdukcije so pokazale, da imajo ti konji kosti ojačane tam, kjer med dirko prihaja do največjih obremenitev (Loving, 2006).

Pri sestavljanju prehrane galoperja je torej potrebno imeti v mislih (tudi) zdravje kosti. Te namreč delujejo kot rezerva kalcija. Če telesu primanjkuje kalcija, se ta začne porabljati iz zaloge kosti. Posledično kost postaja vse šibkejša in bolj dovzetna za poškodbe. Zagotavljanje zadostne količine kalcija v prehrani je torej bistvenega pomena za preprečevanje katastrofalnih poškodb.

Mišice so mehko tkivo, ki preko krčenja deluje na sklepe in ustvarja oz. povzroča gibanje. So neposredni porabniki energije, saj za krčenje potrebujejo ATP, ki ga telo proizvede iz hranljivih snovi. Za gibanje pri veliki hitrosti je potrebno sodelovanje vseh mišičnih skupin v telesu. Mišice zadnjih nog so glavne pri proizvodnji propulzivne sile, ki se nato prenaša preko hrbta do sprednjih nog. Te služijo kot podpora sprednjemu delu telesa med premikanjem telesne mase naprej, tako, da zadnje noge konjeve glave ne »zarijejo« v tla. Mišice vratu in glave služijo ohranjanju ravnotežja med gibanjem in tako pripomorejo k bolj učinkovitemu gibanju. Konj se lahko z relativno visoko hitrostjo giblje precej dolgo, saj med gibanjem energijo porablja zelo učinkovito. K temu deloma prispeva specifična razporeditev mišic nog. Konjeva noga je namreč omišičena le do karpalnega oziroma tarzalnega sklepa, distalno pa se nahajajo le tetive mišic upogibalk in iztegovalk, ki segajo vse do kopitne kosti. Zaradi tovrstne anatomske posebnosti so konjeve noge zelo lahke, za njihovo premikanje pa je potrebno manj energije. Delovanje tetiv je podobno delovanju vzmeti - gre namreč za mehanizem »shranjevanja« energije (fizikalno gre dejansko za pretvarjanje sil iz ene v drugo). Ko konj na nogo prenese težo, tetive mišic absorbirajo silo in se raztegnejo. Ko kopito zapusti tla, se v tetivi shranjena energija sprosti in pripomore h gibanju (Marlin in Nankervis, 2002).

Mišice so eno izmed najbolj prilagodljivih tkiv v telesu, zato se na trening odzovejo precej hitro. Na povečane obremenitve se prilagodijo na več različnih načinov, katerih cilj je povečati izkoristek energije in ekonomičnost porabe kisika. Med delom se aktivno krčijo in so torej direktni porabniki hranil in kisika. S povečano obremenitvijo se potrebe po energiji in kisiku drastično povečajo. V ta namen je eden izmed prvih odzivov mišice na trening povečana gostota kapilar. To omogoča izboljšano preskrbo mišice s kisikom. Ker je pri velikih naporih potrebno zagotoviti tudi optimalni izkoristek hranilnih snovi, se s treningom v mišicah poveča prisotnost encimov, ki omogočajo uporabo ogljikovih hidratov in maščob kot gorivo. V ta namen se v mišičnih celicah poveča tudi število mitohondrijev, saj ti s pomočjo kisika, maščobe in ogljikovih hidratov pretvarjajo v energijo (Back in Clayton, 2013).

Osnova za pravilno krmljenje (tudi) ogljikovih hidratov pri konjih, je poznavanje in razumevanje potreb mišičnega sistema. Mišice so odgovorne za gibanje konja v vseh smereh. V primerjavi z drugimi telesnimi tkivi, največji delež, kar 50 odstotkov, odpade prav na mišice. Za primeren razvoj in delovanje mišic je pomembno, da konj uživa

uravnoteženo prehrano. Pri tem so še posebej pomembni minerali in vitamini, ki vplivajo na delovanje mišic. Bistveno vlogo pri delovanju mišic igrajo elektroliti, še posebej natrij, kalij, klorid in kalcij, ki jih konj v velikih količinah izgublja med potenjem. V primerih, ko količina elektrolitov pade pod kritično mejo, je funkcioniranje skeletnih mišic močno oteženo. Enako velja za magnezij. V primerih pomanjkanja magnezija je regeneracija mišičnih tkiv bistveno slabša, poleg tega pa lahko v hujših primerih prihaja tudi do krčev (Ivers, 2002).

Mišice se med seboj razlikujejo po obliki, saj opravljajo zelo različna dela, kljub temu pa delujejo na podoben način in sicer tako da električni impulz vzdraži mišično vlakno oz. mišično celico, ta se pokrči in skrajša, ko pa impulz popusti se iztegne in podaljša ter vrne v prvotno obliko. Poznamo tri vrste mišic:

Gladke mišice:

- krčijo se nehote, samodejno,
- ležijo v notranjih organih, sooblikujejo stene votlih organov,
- odzivajo se na dražljaje avtonomnega živčnega sistema,
- omogočajo potiskanje krme po prebavnem traktu,
- nadzorujejo izločanje seča in iztrebkov,
- nahajajo se tudi v stenah žil in spolnih organov.

Srčna mišica:

- specializirana mišica,
- močna, trda in neutrudljiva,
- oblikuje srce,
- na dan se pokrči do 100.000 krat,
- uravnava tudi pretok krvi skozi srce.

Skeletne mišice:

- konj ima preko 700 skeletnih mišic,
- z okostjem sodelujejo pri gibanju,
- ohranjajo položaj in stabilnost sklepov,
- nadzirajo gibanje,
- ščitijo kosti in notranje organe,
- z drgetanjem prispevajo k termo regulaciji,
- dražljaji po živčnih vlaknih prihajajo iz možganov do mišičnih celic, kjer s pomočjo motoričnih ploščic in kemijskih snovi vzdražijo mišična vlakna, da se pokrčijo.

Mišice so zgrajene iz več različnih vrst celic, ker pa so te celice po obliki zelo dolge, jim pravimo tudi mišična vlakna. Potekajo vzporedno in se z rahlim vezivom povezujejo med seboj bodisi v majhne ali obsežne snope – povesme. Te se na koncu »združijo« v mišice. V vsakem mišičnem vlaknu je na tisoče majhnih nitk, mišičnih vlakenc – miofibril. Znotraj le teh je na milijone še manjših nitk, imenovanih miofilamenti, ki jih sestavljata beljakovini aktin in miozin (Higgins, 2012).

V osnovi poznamo tri vrste mišičnih celic oz. mišičnih vlaken:

- Hitro krčljiva mišična vlakna (*Fast Twitch* – FT), ki se krčijo izredno hitro, eksplozivno, da proizvedejo hitrost in moč ter delujejo anaerobno, brez prisotnosti kisika. Pri tem iz delno izgorelega primarnega mišičnega goriva glikogena, nastaja mlečna kislina. So svetlejše barve, ker vsebujejo manjšo količino mioglobina. Z anaerobnimi procesi hitro proizvedejo energijo, se pa tudi hitro utrudijo.
- Počasi krčljiva mišična vlakna (*Slow Twitch* - ST), ki lahko kot vir energije porabljajo ne le glikogen, temveč tudi maščobo in beljakovine, saj so visoko oksidativne (delujejo aerobno). Zaradi visoke vsebnosti mioglobina, jih poznamo tudi pod imenom rdeče mišice. So vztrajnejše in se kasneje utrudijo.
- Hitro krčljiva bogato oksidativna mišična vlakna (*Fast Twitch High Oxidative* - FTH) imajo lastnosti obeh prej naštetih mišičnih celic. Krčijo se hitreje, kot ST vlakna, vendar lahko za izgorevanje mišičnega goriva uporabljajo kisik, pri čemer pa nastaja manj mlečne kisline. Kot vir energije porabljajo tudi mlečno kislino, ki jo proizvajajo FT celice, saj je mlečna kislina hitro delujoče, oksidativno gorivo (Ivers, 2002).

Pri FTH mišičnih celicah se pojavi pester izbor oksidativnih sposobnosti. Nekatere imajo majhno sposobnost oksidativne kapacitete in se krčijo hitro, medtem, ko imajo druge veliko oksidativno sposobnost vendar se krčijo počasi.

Telo konja ima mišična vlakna vseh vrst, vendar je razmerje določeno gensko, vezano pa je tudi na pasmo konja. Tako imajo galoperji načeloma dedno zasnovano ali bodo uspešnejši na daljših ali krajših progah. Tisti, ki imajo po dedni zasnovi več počasi krčljivih vlaken, bodo svojo optimalno zmogljivost izkazovali na daljših razdaljah, medtem ko bodo tisti z več hitro krčljivih mišičnih vlaken najboljše rezultate dosegali na krajših razdaljah (Ivers, 2002).

S pravilnim treningom lahko naravne, genetsko pogojene danosti pri vsakem posamezniku razvijemo do zgornje meje, tako da bo svojo sposobnost lahko izkazal v najboljši meri, vendar pa tudi s treningi prirojenih lastnosti ne bomo spremenili. V največji možni obliki bomo izkoriščali le prirojene lastnosti.

Dihalni sistem pri polnokrvnih angležih je bistvenega pomena za zmogljivost. Izmenjava plinov v pljučih, ki omogoča oskrbo telesa s kisikom, je bistvenega pomena za življenje. Kisik je nujno potreben za proizvodnjo ATP, brez katerega življenje ni mogoče. Telo ni sposobno shranjevanja večjih količin ATP, zato ga mora proizvajati sproti, pri čemer porablja kisik. Ker telo med dirko ali treningom potrebuje resnično ogromne količine energije, mora oskrba tkiv s kisikom potekati nemoteno. Površina pljuč, kjer poteka izmenjava plinov, pri konjih meri kar 2.500 m² (pri človeku ta površina meri 85 m²), kar je eden izmed razlogov, da je konj sposoben tako velikih hitrosti in naporov. Konjeva pljuča lahko zadržijo okoli 40 litrov zraka, velikost pljuč pa je pogojena z velikostjo konja samega. Galoper v polnem galopu porabi tudi do 1.800 litrov zraka na minuto. Da je ta zrak dobro uporabljen in da mišice dobijo toliko kisika, kot ga potrebujejo, mora konjev dihalni sistem funkcionirati brezhibno (Cook, 1974). Vsaka motnja v delovanju dihalnega

sistema ima negativen učinek na konjeve telesne sposobnosti. Na žalost so pri konjih okvare dihalnih poti precej pogoste. Nekatere so gensko pogojene, druge lahko nastanejo zaradi neustreznih življenjskih pogojev, tretje pa so lahko posledica obremenitev, ki so jim prav galoperji izpostavljeni praktično celotno dirkalno kariero. Tako lahko na primer krmljenja s senom, ki vsebuje veliko prašnih delcev, pripomore k nastanku naduhe, ki močno omeji sposobnosti konja. Zaradi alergične reakcije na prašne delce se namreč dihalne poti zožijo, kar oteži izmenjavo plinov. Pogosta težava dihalnega sistema pri galoperjih pa je krvavitev kot posledica intenzivnosti njihove aktivnosti; to je stanje, pri katerem med delom oz. obremenitvijo pride do krvavitve kapilar v pljučih. V hujših primerih je količina krvi tako velika, da kri potuje preko dihalne poti vse do nosu, kjer izstopi iz telesa. Po nekaterih raziskavah je to stanje prisotno pri 40 do 75 odstotkih galoperjev (Marlin in Nankervis, 2002).

Zaradi prilagoditve na ravni mišic in srčno-žilnega sistema, kot posledici treninga, se konjeva sposobnost za izkoriščanje kisika izboljša. Trening pa nima neposrednega omembe vrednega vpliva na sam dihalni sistem; količina »zajetega« kisika namreč pri konju ostaja enaka, le telo jo zna bolje izkoristiti.

Srčno-žilni sistem je sestavljen iz srca in ožilja, njegova naloga pa je zagotavljanje obtoka krvi po telesu. Kri po telesu prenaša kisik in skrbi za to, da se iz telesa preko dihalnega sistema izloča ogljikov dioksid. Žile glede na to, kakšno kri prenašajo, delimo v grobem na arterije in vene. Arterije so močne žile z debelo steno, njihova naloga pa je prenos krvi, bogate s kisikom po telesu. Stene arterij sestavlja gladko mišično tkivo, ki preko krčenja vpliva na regulacijo prekrvavitve. Vene imajo tanjše stene, saj kri v njih potuje pod manjšim pritiskom. Venska kri je temnejše barve, saj je v njej koncentracija kisika bistveno manjša. V venah se zaradi nizkega pritiska nahajajo zaklopke, ki preprečujejo, da bi kri tekla v nasprotno smer. Tretjo vrsto žil imenujemo kapilare. Njihove stene so tako tanke, da omogočajo difuzijo hranljivih snovi in plinov med kapilarami in tkivi. Z njihovo pomočjo poteka izmenjava plinov v pljučih (Pring, 1977).

Srce deluje kot črpalka, ki skrbi za to, da so z neprestanim kroženjem krvi po telesu s kisikom oskrbljeni vsi deli telesa. Velikost konjevega srca variira glede na velikost in pasmo. Srce polnokrvnega angleža po navadi predstavlja okoli 0,9 % telesne mase, torej okoli 4-5 kg. V galopu prevladuje prepričanje, da je velikost srca tesno povezana z atletsko sposobnostjo konja, saj je večje srce sposobno v določenem času prečrpati večjo količino krvi. Obdukcije posebej uspešnih galoperjev so pogosto pokazale izrazito veliko srce (Phar Lap, uspešen avstralski galoper, je imel srce težko 6,3 kg, Secretariat, verjetno najboljši galoper vseh časov, pa je imel srce, ki je bilo ob njegovi smrti (ko že 16 let ni več dirkal) težko kar 11 kg, v prsnem košu njegovega največjega rivala v dirkah, Shama, pa je bilo srce s težo 9 kg). Kljub korelaciji med velikostjo srca in uspešno dirkalno kariero, je uspeh galoperja zgolj glede na velikost njegovega srca vnaprej težko predvideti, saj se srce močno odzove na zahteve treninga. Dve pomembni spremembi, ki v srcu nastaneta kot posledica treninga, sta povečanje same mase srca in odebelitev srčne stene. Oboje omogoča bolj učinkovito črpanje krvi po telesu in s tem boljšo preskrbo tkiv s kisikom in hranljivih snovmi (Mitchell, 2004).

2.5 KONJEVA PREBAVILA

Pri sprejemanju odločitev glede najboljšega režima prehrane galoperjev se moramo zavedati specifik konjevega prebavnega sistema. Kljub temu, da je človek konja udomačil pred več kot 6.000 leti, je njegov prebavni sistem še vedno prilagojen prehrani iz časov pred udomačitvijo. Takrat je večino konjeve krme predstavljala raznolika voluminozna krma, z galopskega stališča, energijsko slabe kvalitete. Ta pa mora kljub temu tudi danes sestavljati večinski delež v prehrani vsakega konja, tudi galoperja. Prenizek vnos voluminozne krme lahko namreč povzroči marsikatero zdravstveno težavo (Budiansky, 1997).

Zgradba in delovanje prebavnega sistema pri konju je tipično rastlinojeda, vendar pa konj ne spada med prežvekovalce, zato se njihov prebavni sistem razlikuje od večine rastlinojedih živali. Za konjev prebavni sistem je značilen predvsem zelo majhen želodec in izrazito veliko slepo črevo, ki služi razgradnji voluminozne krme. Osnovno znanje o delovanju konjeve prebave je ključnega pomena pri določanju prehrane, saj mora biti ta prilagojena sestavi in funkciji posameznih delov prebavnega trakta.

Konjev želodec je glede na velikost samega konja zelo majhen, njegova kapaciteta namreč znaša le približno 8 litrov. Krma se v želodcu zadrži le kratek čas, od dve do štiri ure. Spodnji del želodca vsebuje žleze, ki neprestano proizvajajo želodčno kislino. Ta del obdaja zaščitna sluznica, ki preprečuje poškodbe želodčne stene. Zgornji del želodca ne vsebuje žlez in ni zaščiten pred delovanjem želodčne kisline. Tu se nahajajo bakterije, ki so odgovorne za fermentacijo. Glavni funkciji želodca sta uničenje škodljivih mikroorganizmov in začetek postopka razgradnje krme.

Iz želodca krma potuje naprej v tanko črevo, kjer poteka razgradnja s pomočjo encimov. Tanko črevo je dolgo okoli 21 metrov in drži približno 45 litrov. Prva naloga tankega črevesa je nevtralizacija pH vrednosti krme, ki iz želodca prispe zelo kislila (2,3 - 3,5 pH). Žolč in bikarbonat nevtralizirata hrano, kar omogoča optimalno delovanje encimov in transport hranljive snovi skozi črevesno steno. V zadnjem delu tankega črevesja poteka absorpcija hranil. Krma v tankem črevesu ostane približno uro in pol.

V debelem črevesu pride do izraza konjev specifičen prebavni sistem. Tukaj poteka prebava vlaknin s pomočjo fermentacije, kar je dolgotrajen postopek, krma namreč v tem delu prebavnega trakta ostane od 35 do 50 ur. Debelo črevo pri konji meri okoli 7 metrov in s kapaciteto okoli 150 litrov predstavlja večino konjevega prebavnega trakta. Bakterije, ki omogočajo fermentacijo, za preživetje potrebujejo okolje, katerega pH vrednost je okoli 6 ali 7. Ohranjanje okolja blizu nevtralnega je bistveno za optimalno prebavo, zato lahko kislo okolje v debelem črevesu vodi do težav. Po končanem postopku fermentacije v zadnjem delu črevesja poteka absorpcija vode, nato se v rektalnem delu izoblikujejo fekalne fige, ki skozi anus zapustijo telo.

Če želimo, da je konj v resnično dobri formi, je potrebno prehranski režim prilagoditi delovanju prebavnega sistema, ki narekuje krmljenje voluminozne krme večkrat na dan. Ker je konjev prebavni trakt prilagojen skoraj neprestanemu prehranjevanju, se je potrebno

izogniti situacijam, kjer bi bil konj dlje časa brez krme. Odsotnost krme v prebavni cevi povzroči marsikatero nevšečnost. V želodcu se neprestano izloča želodčna kislina, ki se ob daljši odsotnosti krme ne porablja sproti, temveč se nabira v želodcu. Odvečna količina želodčne kisline začne postopoma prehajati na del želodca, ki ni obdan z zaščitno sluznico, in sčasoma razje želodčno steno, kar povzroči nastanek želodčnih razjed. Te so lahko za konja zelo boleče in sčasoma pričnejo negativno vplivati na njegove atletske sposobnosti.

Poleg pogostega krmljenja, fiziologija konjevega prebavnega sistema narekuje prehranski režim, ki ga sestavlja krma z majhno energijsko vrednostjo. Težave se pojavijo predvsem, če konjevo prehrano sestavlja prevelika količina nestrukturiranih ogljikovih hidratov. Prebava nestrukturiranih ogljikovih hidratov, kot je na primer škrob, poteka predvsem v tankem črevesu, kjer krma ostane le okoli uro in pol, kar za razgradnjo in absorpcijo nestrukturiranih ogljikovih hidratov ne zadostuje. Neprebavljena količina škroba se tako znajde v debelem črevesu. Bakterije škrob razgrajujejo zelo hitro. Maščobne kisline, ki pri tem nastajajo se ne absorbirajo sproti, kar niža pH okolja. Bakterije, prilagojene razgradnji celuloze v kislem okolju ne morejo preživeti, zato začne njihova populacija hitro upadati. Obenem se poveča populacija bakterij, ki razgrajujejo škrob in pri tem proizvajajo mlečno kislino. Kot v začaranem krogu torej okolje debelega črevesja postaja vse bolj in bolj kislo, kar vodi do izpodjedanja črevesne stene, torej do nastanka razjed, kar vse lahko pripelje tudi do kolik in laminitisa (Kellon, 2008).f

Pri sestavljanju prehranskega režima galoperja se potrebno torej držati nekaterih (splošnih) smernic:

- Konj naj dobi več obrokov na dan, v idealnem primeru pa naj ima krmo na voljo ves dan.
- Močna krmila polagamo večkrat na dan v manjših obrokih, ki naj ne bi presegli 2,5 kg na krmljenje.
- Večino obroka naj sestavlja nizko energetska voluminozna krma (nikakor manj kot 2 % zaužite krme).

3 POTREBE PO ENERGIJI

Smernice, ki jih predpisuje ameriški National Research Council, prikazane v preglednici 1, določajo, da povprečen konj (500 kg) na dan za vzdrževanje potrebuje 69,9 MJ prebavljive energije (PE).

Preglednica 1: Priporočila NRC (2007) za pokrivanje dnevnih potreb po prebavljivi energiji v primerjavi s priporočili iz leta 1989 (NRC, 2007)

Ocenjene vzdrževalne potrebe po prebavljivi energiji MJ PE/dan				
Telesna masa (kg)	Minimum	Povprečje	Povišano	1989 NRC
200	25,5	28,0	30,5	31,0
400	50,6	55,6	60,7	55,7
500	63,6	69,9	76,2	68,6
600	76,2	83,7	91,2	81,2
800	101,2	111,3	121,3	95,8

Fizično aktivni konji potrebujejo za gibanje seveda dodatno energijo. Povprečen (500 kg) galoper v polnem treningu po smernicah NRC (2007) na dan potrebuje kar 144,4 MJ prebavljive energije, kar je še enkrat toliko, kot je potrebuje za vzdrževanje, kot je razvidno iz preglednice 2. Seveda je potrebno vnos energije prilagoditi potrebam vsakega posameznega konja. Nekateri potrebujejo več energije, nekateri manj, saj krmo različno izkoriščajo, pojavlja pa se tudi razlika v učinkovitosti izkoriščanja energije (že med spoloma obstoji razlika; žrebci so bolj potratni kot kobile). Najboljši pokazatelj tega, koliko energije na dan konj potrebuje, je njegov telesni izgled. Če konj med treningom hujša, ali se po napornem treningu ali dirki regenerira (pre)počasi, potrebuje v prehrani več energije. Potrebe po energiji večinoma narekuje zahtevnost treninga: v začetku treninga potrebuje manj energije, kot med tekmovalno sezono, zato je treba prehranski režim sproti prilagajati (NRC, 2007).

Preglednica 2: Priporočeni dnevni vnos prebavljive energije glede na zahtevnost obremenitve (NRC, 2007)

Ocenjene potrebe po prebavljivi energiji glede na obremenitev MJ PE/dan				
Telesna masa (kg)	Lahka	Srednja	Velika	Zelo velika
200	33,5	38,9	44,8	57,7
400	67,0	77,8	89,1	115,5
500	83,7	97,5	111,3	144,4
600	100,4	117,2	133,9	173,2
800	150,6	175,7	200,8	259,8

Opredelitev obremenitve (Kellon, 2008)

- Lahka:
Srčni utrip: 28 udarcev/minuto,
Opis: 1 do 3 ure tedensko; 40 % korak, 50 % kas, 10 % počasen galop;

- Srednja:
Srčni utrip: 90 udarcev/minuto,
Opis: 3 do 5 ur tedensko; 30 % korak, 50 % kas, 10 % počasen galop, 5 % nizko skakanje čez zapreke;
- Velika:
Srčni utrip: 110 udarcev/minuto,
Opis: 4 do 5 ur na teden; 20 % korak, 50 % kas, 15 % počasen galop, 15 % delovni galop;
- Zelo velika:
Srčni utrip: 110 do 150 udarcev/minuto
Opis: od 1 ure tedensko zelo intenzivne visoko hitrostne obremenitve do 6 do 12 ur tedensko počasnega dela. Ta kategorija vključuje polnokrvne angleže, kasače, Quarter konje, konje ki se pripravljajo in tekmujejo v »endurance« panogi in konje, ki tekmujejo na 3 dnevnih tekmovanjih (eventing).

Prehranski režim ter vnos energije je potrebno prilagajati predvsem glede na zahtevnost dela, kar pomeni, da se mora krmni režim posameznega konja tekom tekmovalne sezone kar nekajkrat (včasih trudi drastično) spremeniti. Nekateri bolj skrbni trenerji to počno tedensko, glede na to kakšen tekmovalni urnik v času sezone dirk ima posamezen konj.

Pomemben dejavnik, ki vpliva na galoperjeve potrebe po energiji, je tudi njegova starost. Večina galoperjev s treningom prične med prvim in drugim letom starosti. V tem času je konjevo telo še v fazi intenzivne rasti, kar pomeni, da so njegove potrebe po energiji zaradi tega še večje. Na energijske potrebe vpliva tudi konjev temperament, kar pride se še toliko bolj do izraza, kadar je konj izpostavljen stresnim situacijam (transport, tekmovanj). Bolj temperamentni konji v takih situacijah potrošijo več energije kot bolj flegmatični konji. Pri energiji pa ni pomembna samo količina energije, ampak tudi njihov vir. Povprečna hranilna vrednost travnatega sena je 4,2 MJ/kg. To pomeni, da bi moral galoper v polnem treningu pojesti 20 kg sena na dan, kar bi bilo praktično nemogoče doseči že zaradi velikosti njegovih prebavil in časa, ki je potreben za dokončno prebavljanje sena (povprečno krmimo 2 % telesne mase). Zato je potrebno dodatno energijo zagotoviti z energijsko bogatejšimi krmili kot so žita ali komercialne mešanice koncentrirane krme. Osrednji izziv načrtovanja prehranskega režima galoperja je najti pravo kombinacijo hranljivih snovi, ki omogoča optimalno oskrbo z energijo v razmerju z individualnimi potrebami in značilnostmi vsakega posameznega konja (NRC, 2007).

3.1 VIRI IN IZKORIŠČANJE ENERGIJE V PRESNOVI

Galoper lahko uspešno premaguje napore med treningom in dirkami le, če ima njegovo telo na voljo dovolj energije. Njegovo telo pridobiva energijo iz krme, ki jo sestavljajo tri osnove skupine hranljivih snovi in sicer:

- ogljikovi hidrati,
- maščobe in
- beljakovine.

Poleg tega mora biti v prehrani zagotovljena tudi zadostna količina vitaminov in mineralov.

Zahtevno mišično delo zahteva skoraj 40-krat več razpoložljivih virov energije, kot pa jih je potrebno v fazi mirovanja. Če telo ne odreagira dovolj hitro, namreč količina glukoze v krvi pade. Med galopom se frekvenca dihanja poveča, da si telo zagotovi več kisika, ki s krvjo doteka v skeletne in srčno mišico, v katerih prihaja do oksidativnega sproščanja energije. V prehrani galoperja ogljikovi hidrati prispevajo najmanj 2/3 energije, saj prehrana konj tudi sicer le redko vsebuje več kot 5 % maščob in/ali več kot 14 % beljakovin (Frape, 2010). Vendar lahko tako maščobe kakor tudi beljakovine prispevajo k substratom, katere konj porabi, da lahko kljubuje energijskim potrebam treninga in dirkanja.

3.1.1 Beljakovine

Proteini oz. beljakovine so glavna surovina – gradniki pri gradnji in obnavljanju tkiv, služijo pa lahko tudi kot vir energije, vendar so kot energijski vir najdražji od vseh prehranskih energijskih virov (tako kot surovina na trgu, kot tudi pri medsebojni »kanibalizaciji« celic, na kar davek pri regeneraciji po naporu drago plača telo samo). V verigi zadovoljevanja potreb po energiji, beljakovine prispevajo svoj del tako, da uporabijo ogljikovi skeleti aminokislin; bodisi direktno, lahko pa preko pretvorbe v glukozo. Beljakovine so kompleksne molekule, sestavljene iz verig različnih aminokislin. V telesu opravljajo najrazličnejše funkcije, kot so na primer celična signalizacija, kataliza celičnih procesov in gradnja novih celičnih struktur. Za različne procese so potrebne različne aminokisline, zato je pri prehrani pomembna kakovost beljakovin. Aminokisline delimo na esencialne in ne-esencialne. Ne-esencialne so tiste, ki jih telo lahko proizvede samo, zato jih ni potrebno zagotavljati s prehrano. Esencialnih aminokislin pa organizem ne more sintetizirati sam, ampak jih mora pridobivati z beljakovinami v prehrani (NRC, 2007).

Pri sestavi prehranskega režima je torej potrebno dovolj pozornosti posvetiti temu, da konj dobi zadostno količino esencialnih aminokislin, pri čemer je potrebno še posebej paziti na količino omejujočih aminokislin - aminokislin, za katere je najverjetneje, da jih bo v prehrani premalo. Če prehrana ne zagotavlja zadostne količine omejujoče aminokisline, sinteza beljakovin v telesu ne bo mogla potekati, kot bi morala. Pri konjih je prva najpogostejše omejujoča aminokislina lizin (Nelson in Cox, 2005).

V primerjavi s človeškimi atleti konji v prehrani potrebujejo relativno malo beljakovin. Sodeč po smernicah (NRC, 2007) se priporočen dnevni vnos surovih beljakovin izračuna na naslednji način:

$$\text{konjeva telesna masa} \times 1,26 \text{ g/kg}$$

Konj, ki tehta 500 kg torej dnevno potrebuje 630 g surovih beljakovin.

Za izračun priporočenega dnevnega vnosa lizina uporabljamo naslednjo enačbo:

$$0,043 \times \text{dnevni vnos beljakovin}$$

Konj iz prejšnjega primera potrebuje dnevno 27 g lizina.

Galoperji, ki so še v fazi rasti, imajo povečane potrebe po beljakovinah, kar je potrebno upoštevati pri sestavljanju njihovega dnevnega obroka. Potrebe po beljakovinah se z večjo intenzivnostjo treninga sicer povečujejo, vendar ne toliko, kot na primer pri ljudeh. Prevelik vnos beljakovin lahko vodi v težave. Odvečne beljakovine se izločajo v urinu, ki ima v tem primeru izrazit vonj po amonijaku. Večja koncentracija amonijaka v urinu vodi v težave z dihalni (razjedanje pljučne sluznice, včasih pa prihaja tudi do erozije v zgornjem delu nosne sluznice), slabo pa vpliva tudi na kvaliteto kopitne stene.

Prebava beljakovin se pri konju začne v želodcu, kjer želodčna kislina in pepsin beljakovine razgradi v manjše verige aminokislin, ki jih imenujemo peptidi. Ti se nato bodisi absorbirajo skozi steno tankega črevesja, ali pa se pred tem razgradijo še na manjše enote. Aminokisliline nato vstopijo v distribucijo s krvnim obtokom, telo pa jih uporabi za številne procese, kot so sinteza encimov, beljakovin v mišicah ali celičnih strukturah (Nelson in Cox, 2005).

3.1.2 Maščobe

Maščobe po hidrolizi razpadejo na glicerol in maščobne kisline. Glicerol se lahko spremeni v glukozo. Iz maščobnih kislin pa v procesu β -oksidacije, ki poteka v mitohondrijih, nastane acetat oz. acetil koencim A (acetyl-CoA), ki vstopa v presnovne procese.

Maščobe so organske spojine, ki jih sestavljajo verige maščobnih kislin. So nujna sestavina prehrane, saj jih telo potrebuje za metabolizem in izgradnjo celičnih struktur. Odvečna maščoba, shranjena v telesu, služi kot energijska rezerva. Tako kot pri beljakovinah tudi pri maščobah najdemo esencialni maščobni kislini, ki ju telo ne more sintetizirati samo. To sta alfa linolenska kislina (omega-3) in linolenska kislina (omega-6).

Konjeva naravna prehrana vsebuje relativno malo maščob. Voluminozna krma, kot je na primer trava, vsebuje v suhi snovi povprečno le okoli 5 % maščob. Tudi zato splošne smernice prehrane konj ne narekujejo minimalne količine maščob, ki bi jih moral konj dnevno zaužiti. Kljub temu pa konjev prebavni trakt brez težav prenaša krmo, bogato z maščobami, saj do negativnih učinkov na delovanje prebave pride šele pri zares velikih količinah maščob; če dosega ali preseže 20 odstotkov vseh hranljivih snovi v prehrani (NRC, 2007).

Razgradnja maščob se pri konjih začne v želodcu s pomočjo encima lipaze, nato pa se nadaljuje v tankem črevesu. Kako poteka razgradnja in absorpcija, je odvisno od dolžine maščobne verige. Razgradnja maščob poteka s pomočjo žolča, ki ga izločajo jetra. Žleza slinavka izloča encim lipazo, ki maščobe razgradi na posamezne maščobne kisline in monogliceride. Te se nato absorbirajo v črevesne celice, kjer poteka preoblikovanje v trigliceride. V tej obliki se nato maščobe absorbirajo v limfatični sistem, kasneje pa v krvni obtok. Za razliko od dolgoverižnih pa so v vodi bolj topne kratke maščobne verige, zato za njihovo razgradnjo žolč ni potreben. Po razgradnji se te maščobne kisline absorbirajo neposredno v krvni obtok (Nelson in Cox, 2005)

3.1.3 Ogljikovi hidrati

V konjevi prehrani ločimo ogljikove hidrate, ki se razgradijo v tankem črevesu s pomočjo encimov in ogljikove hidrate, ki se razgradijo v debelem črevesu s pomočjo fermentacije.

Med prvimi je poleg enostavnih sladkorjev pomemben predvsem škrob, ki predstavlja energijsko zelo bogato hranilo. Primarno se razgrajuje v tankem črevesu, kadar v prebavni trakt vstopi v večjih količinah, pa tudi v debelem črevesu s pomočjo bakterij.

Celulozo, ki se nahaja v rastlinah, predvsem v senu in travi, konjevo telo razgrajuje z dolgotrajnim postopkom fermentacije s pomočjo bakterij.

Ogljikovi hidrati sestavljajo večinski del konjeve prehrane, saj iz njih dobi večino dnevno potrebne energije. Strukturirani ogljikovi hidrati, ki jih najdemo v voluminozni krmi v obliki vlaknin, so nujno potrebni za normalno delovanje konjevega prebavnega trakta.

V prehrani konj pa najpogosteje najdemo naslednje ogljikove hidrate:

- sladkorje,
- škrob,
- celulozo in hemicelulozo.

Ogljikove hidrate v prehrani delimo na enostavne in sestavljene.

Enostavni ogljikovi hidrati so enostavni sladkorji oziroma monosaharidi, kot so glukoza, fruktoza in galaktoza. Ti so najhitreje prebavljivi, saj za njihovo razgradnjo telo ne potrebuje prebavnih encimov. Sestavljene ogljikove hidrate delimo na disaharide, oligosaharide in polisaharide. Med polisaharidi ločimo tiste, ki jih telo razgradi s pomočjo encimov (na primer škrob) in tiste, ki jih je mogoče razgraditi le s postopkom fermentacije (na primer celuloza).

S perspektive prebavnega trakta konja bi lahko govorili o dveh skupinah ogljikovih hidratov:

- tistih, ki zaradi delovanja lastnih prebavnih sokov v postopku hidrolize razpadejo na enostavne sladkorje v tankem črevesju in

- tistih, katerih lastni encimi ne morejo razgraditi, se pa s pomočjo mikrobne fermentacije pretvorijo v hlapne maščobne kisline in tudi v mlečno kislino.

3.1.3.1 Enostavni ogljikovi hidrati

Najdemo jim večinoma v močni krmi, primarno pa se prebavijo ter kot glukoza in enostavni sladkorji absorbirajo v tankem črevesu, od koder jih krvni obtok odnese v celice kot vir primarne energije. Med enostavne ogljikove hidrate sodijo monosaharidi, disaharidi in trisaharidi, skupaj s škrobom in dekstrinom.

Enostavne sladkorje cepijo karbohidraze - encimi, ki jih izločata pankreas in črevesna sluznica. Pri konju so prisotne laktaza, maltaza, saharaza, trahelaza ter beta-galaktozidaza. Njihova aktivnost se skozi življenjska obdobja konja spreminja, odvisno od trenutnih potreb organizma (konj skozi svoje življenje ne uživa vseskozi enake krme, prav tako je ni sposoben v različnih življenjskih obdobjih enako prebaviti oz. izkoristiti).

Če se enostavni ogljikovi hidrati v tankem črevesu ne prebavijo popolnoma, se njihova prebava nadaljuje v debelem črevesu, kjer fermentirajo s pomočjo mikroorganizmov, kar vodi v nastanek kratkoverižnih karboksilnih kislin (maščobnih in mlečne). Če v debelo črevo pridejo večje količine neprebavljenih enostavnih sladkorjev, lahko pride do prebavnih motenj in prav to je glavni razlog za krmljenje manjših količin močnih krmil v več obrokih preko celotnega dne (Wagoner, 2003).

3.1.3.2 Kompleksni ogljikovi hidrati

Kompleksni ogljikovi hidrati se nahajajo v voluminozni krmi, predvsem senu, senaži in lucerni. Vsebujejo celulozo, hemicelulozo in lignin. Tvorijo steno celic v rastlinah in predstavljajo vlaknino v prehrani konj.

Hemiceluloza je najbolj prebavljiva od vseh kompleksnih ogljikovi hidrati v mladih, rastočih rastlinah, je bistveni del celične stene. Ko se rastline starajo, se hemiceluloza pretvori v celulozo, ki je slabše prebavljiva. Celulozo najdemo v bolj dozorelih rastlinah kot glavnega graditelja celične stene. Z zorenjem rastline celične stene postajajo vse trše, s tem pa tudi težje prebavljive, hranila pa posledično težje dosegljiva, saj se nahajajo za celično steno. Lignin ni ogljikov hidrat, je pa tesno asociiran z vlaknino, zato ga poenostavljeno prištevamo med vlaknine. Večje količine najdemo le v zelo dozorelih, olesenelih delih rastlin kot so slama, seno in žitne luščine. Lignin ni prebavljiv in za konja, nima hranilne vrednosti. V prehrani konja vsekakor ni zanemarljiv, saj je sestavi del voluminozne krme. Velika vsebnost lignina zmanjšuje prebavljivost celuloze in ostalih hranil v krmi (Wagoner, 2003).

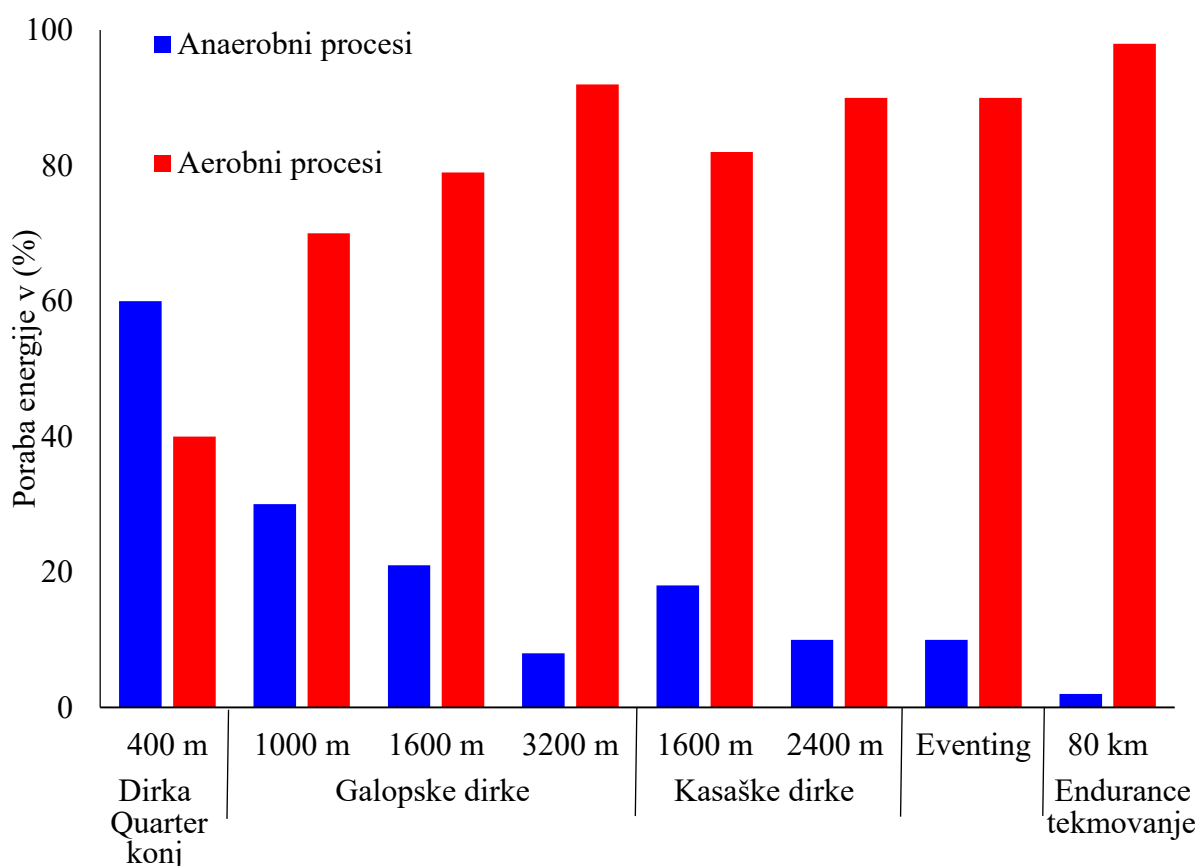
3.2 METABOLIZEM IN PRIDOBIVANJE ENERGIJE IZ HRANLJIVIH SNOVI

Za premagovanje naporov, s katerimi se dnevno sooča galoper na treningu in v dirkah, mora imeti njegovo telo na voljo dovolj energije, ki jo pridobi s krmo. Če želimo, da ima konj na voljo optimalno rezervo energije, moramo vedeti, kako telo iz različnih hranljivih snovi pridobiva energijo.

Osnovni vir energije v telesu je adenzin trifosfat (ATP), ki je nujno potreben za večino procesov v telesu. S hidrolizo se ATP zreducira na adenzin difosfat (ADP), pri čemer se sprošča energija, ki jo telo porabi za različne procese, zaradi česar je med telesno aktivnostjo potreba po ATP znatno povečana. Količina ATP znotraj celice je relativno majhna, zato ga mora telo proizvajati sproti, kar lahko stori po različnih energijskih poteh. Postopki, s katerimi telo proizvede energijo, so odvisni predvsem od intenzivnosti in trajanja dela/aktivnosti, saj se razlikujejo glede na to, kako hitro lahko proizvajajo ATP in kako dolgo lahko to počnejo.

Telo lahko energijo proizvaja na dva glavna načina in sicer s pomočjo kisika (aerobno) ali brez (anaerobno). Procesi, v katerih sodeluje kisik, omogočajo pridobivanje ATP dlje časa, vendar počasi, pri procesih brez kisika pa je ravno obratno. Anaerobne energijske poti so torej hitre, vendar so zmožne ATP neprekinjeno proizvajati le kratek čas.

Glede na tip obremenitve se spreminjajo tudi procesi v organizmu, obremenitve, ki trajajo dlje časa, vršijo veliko več aerobnih procesov kot obremenitve, ki so kratkotrajnejše, pri kratkih obremenitvah pa prevladujejo anaerobni procesi, kot je razvidno iz slike 1.



Slika 1: Poraba energije v anaerobnih ter aerobnih procesih glede na tip obremenitve (Rosset, 2012)

3.2.1 Anaerobni procesi pridobivanja ATP

Med anaerobne procese pridobivanja energije sodita:

- fosforilacija ADP s pomočjo zaloga visokoenergetskih fosfatov v mišicah in
- fosforilacija ADP z uporabo ogljikovih hidratov.

Energija, ki jo telo pridobi pri razgradnji visokoenergetskih fosfatov (kot na primer kreatinfosfata), se uporabi za pridobivanje ATP iz molekul ADP. Proces poteka s pomočjo encima fosfokinaze.

Zaloge visokoenergetskih fosfatov v mišicah so nizke, zato ta proces lahko zagotovi energijo le za kratek čas obremenitve. Napor, s katerimi se med treningom in dirko srečujejo galoperji, trajajo dlje kot nekaj sekund, zaradi česar mora telo za pridobivanje zadostne količine energije izkoriščati še druge energijske poti.

Najpomembnejši izmed anaerobnih procesov je fosforilacija ADP s pomočjo ogljikovih hidratov. Zaloge glikogena v mišicah se razgrajujejo v mlečno kislino, pri tem pa se sprošča energija, ki se porablja za pretvorbo ADP v ATP. Glukoza oziroma glikogen je

edino gorivo, ki se lahko porablja brez prisotnosti kisika. Glikogen se najprej razgradi na piruvat, ki se nato spremeni v mlečno kislino s pomočjo encima laktat dehidrogenaza (LDH). Ta proces lahko poteka le kratek čas. Pri anaerobnem porabljanju glikogena se zaradi nastajanja mlečne kisline pH mišičnih celic niža, kar vodi v zakisanje. Nižanje pH vrednosti ustavi proces glikolize in tako prepreči, da bi se zaloge glikogena v mišicah popolnoma izčrpale. Glikogenske rezerve v mišicah je po obdobju intenzivnega dela potrebno nadomestiti (Marlin in Nankervis, 2002).

3.2.2 Aerobni procesi pridobivanja ATP

Pridobivanje energije iz hranljive snovi ob prisotnosti kisika je sicer počasnejši postopek kot anaerobno pridobivanje energije, vendar je bistveno dolgotrajnejši. Aerobni procesi so bistvenega pomena za vse napore, ki trajajo dlje časa (Marlin in Nankervis, 2002).

3.2.2.1 Celično dihanje

Celično dihanje je proces, s pomočjo katerega telo pridobiva energijo iz hranilnih snovi ob prisotnosti kisika. Reakcije, ki potekajo v procesu celičnega dihanja so katabolne reakcije, kar pomeni, da se z razgradnjo organskih molekul pridobiva energija. V postopku oksidacije organskih molekul kot so aminokisline, maščobne kisline in glukoza, se sprošča energija v obliki toplote in ATP. Celično dihanje sestoji iz treh faz, in sicer glikolize, krebsovega cikla in verige prenašanja elektronov oziroma dihalne verige.

3.2.2.2 Glikoliza

Glikoliza je proces razgradnje sladkorjev, pri čemer se sprošča energija. Poteka lahko ob prisotnosti kisika (aerobna glikoliza) ali brez njega (anaerobna glikoliza). V prvi fazi aerobne glikolize se molekula glukoze razgradi na dve molekuli fosfogliceraldehida, pri čemer se porabita dve molekuli ATP. Ti dve molekuli se nato pretvorita v dve molekuli piruvata pri čemer nastanejo štiri molekule ATP in dve NADH molekuli. Ti substrati nato vstopijo naprej v krebsov cikel.

3.2.2.3 Krebsov cikel

Krebsov cikel oziroma cikel citronske kisline je druga faza celičnega dihanja, pri kateri s pomočjo oksidacije nastaja energija. V postopku priprave na krebsov cikel sta molekuli piruvata, ki sta nastali med glikolizo, najprej izpostavljeni oksidaciji, pri čemer nastane NADH in acetyl-CoA. Ta reagira z oksaloacetatom, pri čemer nastane citronska kislina. V procesu oksidacije citronska kislina prehaja nazaj v oksaloacetat, v tem procesu pa nastajajo CO₂, NADH in FADH₂. V krebsovem ciklu za vsako molekulo glukoze, ki je podvržena procesu celičnega dihanja, nastane 6 molekul NADH, 2 molekuli ATP in 2 molekuli FADH₂.

3.2.2.4 Veriga prenašanja elektronov oz. dihalna veriga

Dihalna veriga je zadnji korak celičnega dihanja, med katerim se iz substratov, nastalih v krebsovem ciklu, proizvaja ATP. Ta postopek poteka na notranji mitohondrijski membrani.

NADH in FADH_2 v tej fazi celičnega dihanja skozi proces oksidacije oddata elektrone kisiku, ta pa nato v procesu redukcije prehaja v vodo. Energija, ki nastaja pri premikanju elektronov, služi črpanju protonov v medmembranski prostor mitohondrija. Koncentracija protonov postaja večja v medmembranskem prostoru kot v matriki, kar pomeni, da je okolje medmembranskega prostora bolj kislo. Tako ustvarjen gradient povzroči tok protonov nazaj v matriko. To poteka preko ATP-sintaze v procesu oksidativne fosforilacije, pri čemer se proizvaja ATP. Za vsako molekulo NADH v tem procesu dobimo 3 molekule ATP, za vsako molekulo FADH_2 pa 2 molekuli ATP. Končni rezultat celičnega dihanja je 38 molekul ATP za vsako molekulo glukoze.

3.2.2.5 Uporaba hranljivih snovi v procesu celičnega dihanja

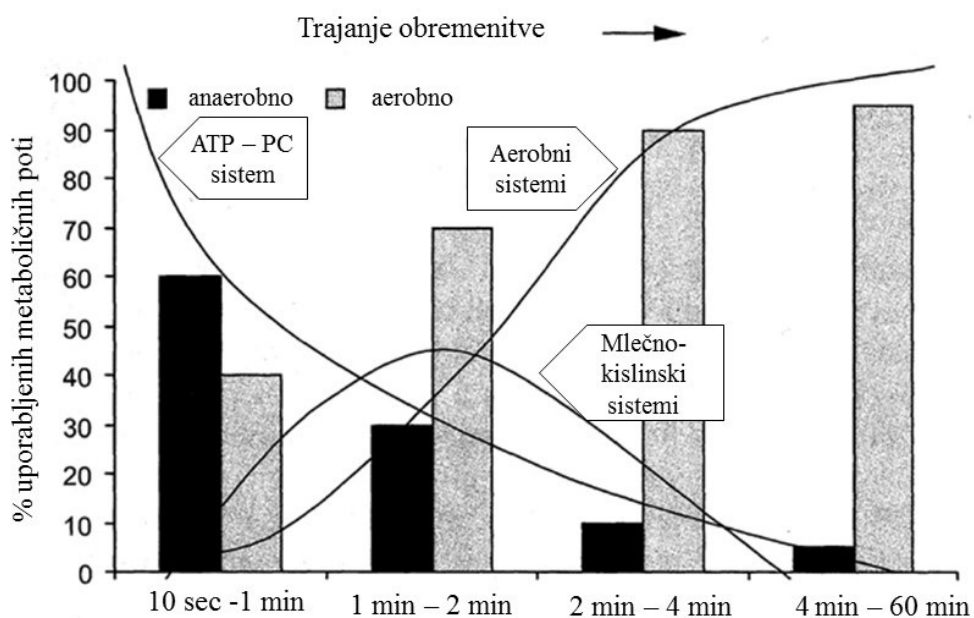
V proces celičnega dihanja lahko vstopajo hranljive snovi šele, ko jih telo pretvori v enega izmed substratov, ki sodelujejo pri procesu. S tega vidika je daleč najbolj učinkovito hranilo glukoza, saj lahko v procesu celičnega dihanja vstopa brez predhodne obdelave. Glukoza ima kot vir energije veliko prednosti, saj se lahko v energijo pretvarja ob prisotnosti kisika ali brez. Poleg tega, da je kot gorivo uporabna takoj po zaužitju, jo lahko telo pretvori v glikogen, maščobo ali aminokisline. Ker so ogljikovi hidrati sestavljeni iz verig enostavnih sladkorjev, jih telo brez večjih težav vključi v postopek celičnega dihanja. Zaradi tega ogljikovi hidrati predstavljajo zelo dostopen vir energije.

V procesu fermentacije kompleksnih ogljikovih hidratov, ki poteka v debelem črevesu, nastajajo kratkoverižne karboksilne kisline; hlapne (ocetna, propionska, maslena) in mlečna kislina. Te telo brez težav pretvori v acetyl-CoA, ki nato vstopi v krebsov cikel. V običajnih razmerah nastaja tudi veliko acetata.

Aminokisline, ki jih telo pridobi z razgradnjo beljakovin, ne morejo neposredno vstopiti v proces celičnega dihanja, saj jih mora telo najprej pretvoriti v enega izmed substratov. V ta namen se amino skupina v postopku deaminacije loči od beljakovine. Ogljikovo ogrodje aminokisline se nato pretvori v piruvat, oksaloacetat ali suksinil-CoA. Ti substrati lahko vstopijo v krebsov cikel. Pri pretvorbi beljakovin v substrate krebsovega cikla se porablja energija, zato so beljakovine kot vir energije razmeroma neučinkovite. Ob enaki energijski vrednosti beljakovine telesu zagotovijo manj energije kot ogljikovi hidrati.

Tako kot beljakovine se morajo tudi maščobe preoblikovati, preden telo lahko iz njih črpa energijo. Zaloge maščob se v obliki trigliceridov nahajajo predvsem v podkožju in v okolici organov, nekaj maščob pa se nahaja v medceličnem prostoru. Trigliceride je sprva potrebno preoblikovati v maščobne kisline s pomočjo encima lipoprotein lipaze. Te se nato vežejo z L-karnitinom in transportirajo v mitohondrije, kjer so podvržene procesu beta oksidacije. Rezultat je acetyl-CoA, ki lahko vstopi v krebsov cikel. Kljub temu, da je pretvorba maščob v substrat krebsovega cikla kompleksna, je maščoba dober vir energije, saj pri enaki količini vsebuje skoraj dvakrat več energije kot glikogen. Uporaba maščobe za vir energije je lahko problematična iz več razlogov. Maščoba namreč ni na voljo takoj, ko jo konj zaužije, proces preoblikovanja maščobe v acetyl-CoA je dolgotrajen. Poleg tega pridobivanje energije iz maščob lahko poteka le v mitohondrijih ob prisotnosti kisika. Kot je razvidno iz slike 2, dlje kot traja obremenitev, bolj so dejavni aerobni sistemi in vse

manj anaerobni. Torej dlje, ko obremenitev poteka, bolj lahko konj črpa energijo iz maščobnih virov.



Slika 2: Razmerje med aerobnimi in anaerobnimi procesi pridobivanja energije glede na trajanje telesne aktivnosti (Ellis in Hill, 2005)

4 OGLJIKOVI HIDRATI V PREHRANI KONJ

Program prehrane naj bi bil sestavljen tako, da omogoča doseganje maksimalnih rezultatov ali pa vsaj izboljšanje konjeve zmogljivosti. Ta razlika je pri moderni prehrani bistveno večja kot bi bilo mogoča, če bi bili konji krmljeni »tradicionalno«, torej s krmo, ki jo sicer uživajo v naravi oz. je dostopna divjim konjem.

Najbolj pomembna sestavina prehrane je seveda tista, ki daje energijo. Ogljikovi hidrati so prva izbira za zagotavljanje potreb pri zadoščanju od 67 do 125 MJ, ki jih potrebuje dirkalni konj (Ivers, 1999).

Kljub temu, da lahko telo pridobiva energijo bodisi iz ogljikovih hidratov, maščob ali beljakovin, so za dirkalnega konja zagotovo najpomembnejši prav ogljikovi hidrati. Po zaužitju se namreč hitro pretvorijo v glikogensko mišično gorivo, ki je od vseh goriv najhitreje izkoristljivo.

Maščobe so sicer energijsko najmočnejše, vendar pa se energija iz njih sprošča počasneje kot iz ogljikovih hidratov, tako da so konju na razpolago šele pri telesnih naporih, ki trajajo 3 minute ali več (v takem času je že davno končana velika večina galopskih dirk – vsaj na tipičnih razdaljah). Zaradi daljšega časa, ki je potreben za sprostitvev energije, so zelo učinkovito gorivo za trening, ki v povprečju traja od 45 minut do 1 ure (Ivers, 1999).

Glikogen je shranjen v mišičnih celicah in je tako telesu kot vir energije na razpolago ves čas in je tudi takoj razpoložljiv. Ko se glikogenske rezerve izpraznijo, mora žival prenehati z gibanjem, ne glede, kakšne so njene bodisi beljakovinske bodisi maščobne zaloge. Ogljikovi hidrati služijo kot glavni vir energije, nujno potrebni pa so tudi za metabolizem maščob.

Maščobe in beljakovine so na voljo kot vir energije šele po končanem postopku oksidacije, glikogen pa izgori s pomočjo kisika ali anaerobno, s posredovanjem mišičnih encimov.

Beljakovine ki jih telo ne porabi za gradnjo in obnovo tkiv, se pretvorijo v glikogen, ki se shrani v jetrih, medtem ko se neizkoriščene maščobe shranijo v telesu kot maščobno tkivo (Ivers, 1999).

4.1 VIRI OGLJIKOVIH HIDRATOV V PREHRANI KONJ

4.1.1 Voluminozna krma

Voluminozna krma naj bi (izraženo na suho snov) predstavljala vsaj polovico konjeve krme, ne glede na to, kakšnim obremenitvam ga podvržemo. Voluminozna krma kot so seno, senaža ali lucerna, je najpomembnejši vir ogljikovih hidratov, vsebuje pa tako enostavne kot kompleksne ogljikove hidrate. Kompleksne ogljikove hidrate sestavljajo hemiceluloza, celuloza in lignin, ki so težko prebavljive snovi, zato jih encimi v konjevem tankem črevesu ne morejo razgraditi. Kompleksni ogljikovi hidrati so razgradnji podvrženi

še le v debelem črevesu s pomočjo bakterij. Konjevo debelo črevo vsebuje na milijone mikrobov, ki za energijski substrat uporabljajo vlaknine, pri tem pa proizvajajo hlapne maščobne kisline. Te se v konjev sistem absorbirajo preko črevesne stene in se lahko uporabijo za izdelavo glukoze in sintezo maščobe za energijo.

Voluminozna krma igra pomembno vlogo v konjevi prehrani, saj predstavlja pomemben vir energije, poleg tega pa njena prisotnost v prehrani poskrbi za to, da konjev prebavni trakt deluje optimalno. Energijska vsebnost in vsebnost mineralov ter vitaminov lahko med različnimi vrstami voluminozne krme precej niha. Razmerje med kompleksnimi in enostavnimi ogljikovimi hidrati se od krme do krme razlikuje. Vsebnost enostavnih ogljikovih hidratov, predvsem v obliki škroba ali fruktanov, je odvisna od temperature, svetlobe in hitrosti rasti rastline. Voluminozna krma niha tudi glede na vsebnost mineralov in vitaminov, kar je močno povezano z rastlinskimi vrstami v krmi, kakor tudi z mineralno sestavo prsti. Zaradi teh nihanj je po navadi konjevi prehrani potrebno dodajati nekatere minerale in vitamine, poleg tega pa večina konj pri intenzivnem delu potrebuje dodatne vire energije. To še posebej velja za galoperje (Wagoner, 2003).

4.1.2 Močna krma

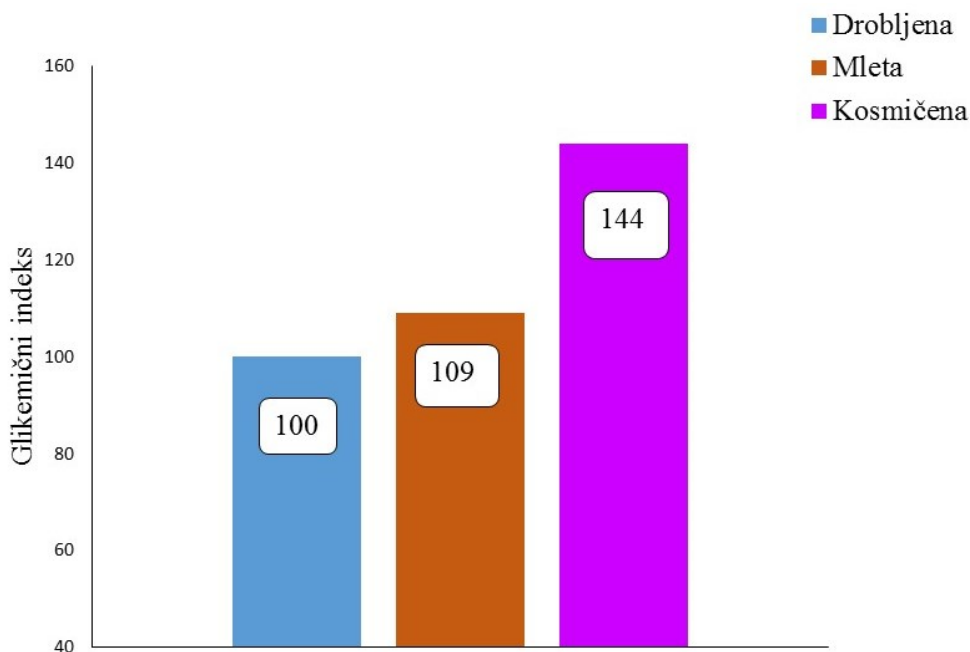
Voluminozna krma sicer poskrbi za energijo, ki jo potrebuje konj za osnovne življenjske funkcije, vendar pa ne zadostuje potrebam galoperjev v času treninga in tekmovanj. Pri tako visoko intenzivnih aktivnostih je prehrani potrebno dodati močno krmo. Močna krma se največkrat dodaja v obliki enostavnih ogljikovih hidratov, saj njihova razgradnja poteka hitro, kar pomeni, da ima konj energijo na voljo kmalu po zaužitju. Močno krmo v prehrani galoperjev dodajamo predvsem v obliki žit in že pripravljenih krmnih mešanic z visoko vsebnostjo energije. Med žiti se v prehrani konj najpogosteje uporabljajo oves, koruza in ječmen. Glavni vir energije v žitih predstavlja škrob. Tega je največ v koruzi, medtem ko oves in ječmen vsebujeta več vlaknin. Različna žita se med seboj razlikujejo tudi glede na njihovo prebavljivost. Najlažje prebavljiv v tankem črevesu je oves (Radicke, 1991, de Fombelle, 2004, vsi cit. po Hoffman, 2013).

Močna krma temelji na enostavnih ogljikovih hidratih, ki v postopku hidrolize razpadejo na enostavne sladkorje. Enostavni ogljikovi hidrati kot je škrob, se razgrajujejo v tankem črevesu s pomočjo encima amilaze, ki ga izloča žleza slinavka. Po razgradnji se monosaharidi absorbirajo v konjev sistem preko črevesne stene, kjer so nato nemudoma na voljo za energijo. Ker pogosto energija ni potrebna v času absorpcije, telo energijo shrani tako, da monosaharide poveže v glikogen. Ta se nato lahko shrani v jetrih in mišicah in predstavlja rezervo energije. Ko se glikogenske rezerve napolnijo, se dodatna energija v telesu shranjuje kot maščoba. Pri skladiščenju enostavnih sladkorjev igra pomembno vlogo hormon inzulin, ki regulira prisotnost glukoze v krvi. Inzulin odloča o tem, koliko sladkorja je potrebnega v krvnem obtoku in koliko se ga shrani v obliki glikogena ali maščob (Geor in Harris, 2013).

4.2 GLIKEMIČNI INDEKS IN GLIKEMIČNA ODZIVNOST

Po absorpciji monosaharidov skozi črevesno steno v konjev krvni sistem se koncentracija sladkorja v krvi poviša. Nadzor nad količino sladkorja v krvi ima hormon inzulin, ki regulira, koliko sladkorjev, ki se skladiščjo in koliko jih lahko ostane v krvi. Glikemična odzivnost odraža nivo glukoze v krvi po zaužitju obroka. Glikemični indeks je izraz, s katerim označujemo klasifikacijo različnih živil na podlagi tega, za koliko se ob njihovem zaužitju dvigne raven glukoze v krvi. Zaradi sposobnosti natančnega opisa vpliva različne hrane na raven sladkorja v krvi, so ga razvili z namenom kontrole krvnega sladkorja pri bolnikih z diabetesom. Vendar pa je poznavanje te korelacije koristno tudi v vsakodnevem življenju, prav tako pa tudi pri vrhunskih športnikih. Glikemični indeks (GI) glede na dvig sladkorja v krvi razvrsti živila v razponu med 0 in 100, kar je rezultat hitrosti sproščanja glukoze pri prebavi. Hitreje, kot se raven sladkorja po zaužitju dvigne, višja je vrednost GI. Merimo ga v odstotkih v območju pod krivuljo odzivnosti na standardizirana živila - v humani prehrani sta to beli kruh in oralno zaužita glukoza (Bean, 2009).

Krma z nizko vrednostjo GI se prebavlja počasneje, zato tudi raven glukoze v krvi narašča postopoma in počasi. Pri določanju vrednosti GI določeno krmo primerjamo z ekvivalentno količino glukoze glede na porast ravni glukoze v krvi neposredno po krmljenju. Na vrednost glikemičnega indeksa krme vpliva več različnih dejavnikov. Krma z veliko vsebnostjo škroba ima višji GI. Na GI vpliva tudi obdelava krme - cela žitna zrnja imajo na primer nižji GI kot drobljena, mleta, kosmičena ali termično obdelana (slika 3).



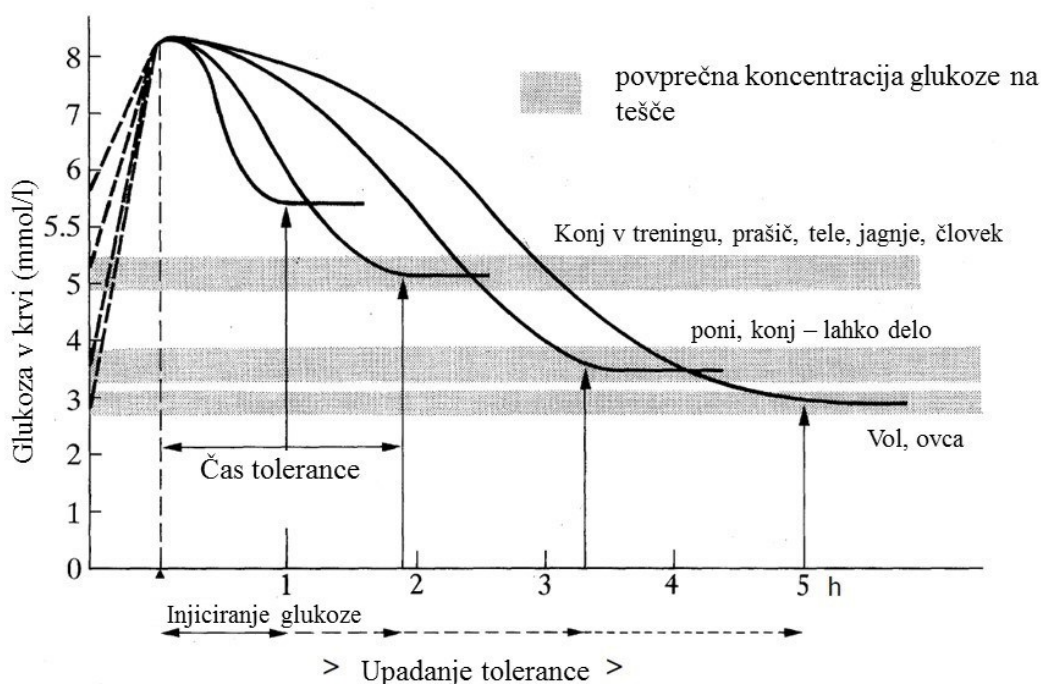
Slika 3: Vrednost glikemičnega indeksa glede na obdelava koruze (Pagan in Geor, 2001)

GI v prehrani živali še ni uveljavljen v praksi, a je bilo opravljenih kar nekaj raziskav; ob tem še vedno ostaja odprt problem standardizacija med laboratoriji (Bean, 2009).

4.3 KONCENTRACIJA GLUKOZE V KRVI IN INZULINSKI ODZIV

Raven glukoze v krvi se večinoma ohranja v določenih mejah. Pri konjih se normalno območje nahaja pri okoli 4,4-4,7 mmol/l, pri čemer med pasmami konj prihaja do razlik. Pri ponjih so meje normalne koncentracije glukoze v krvi nižje. Po zaužitju krme se koncentracija glukoze dvigne, nato pa se začne po določenem času zopet spuščati. Ta čas je pri konjih mnogo daljši kot pri ljudeh.

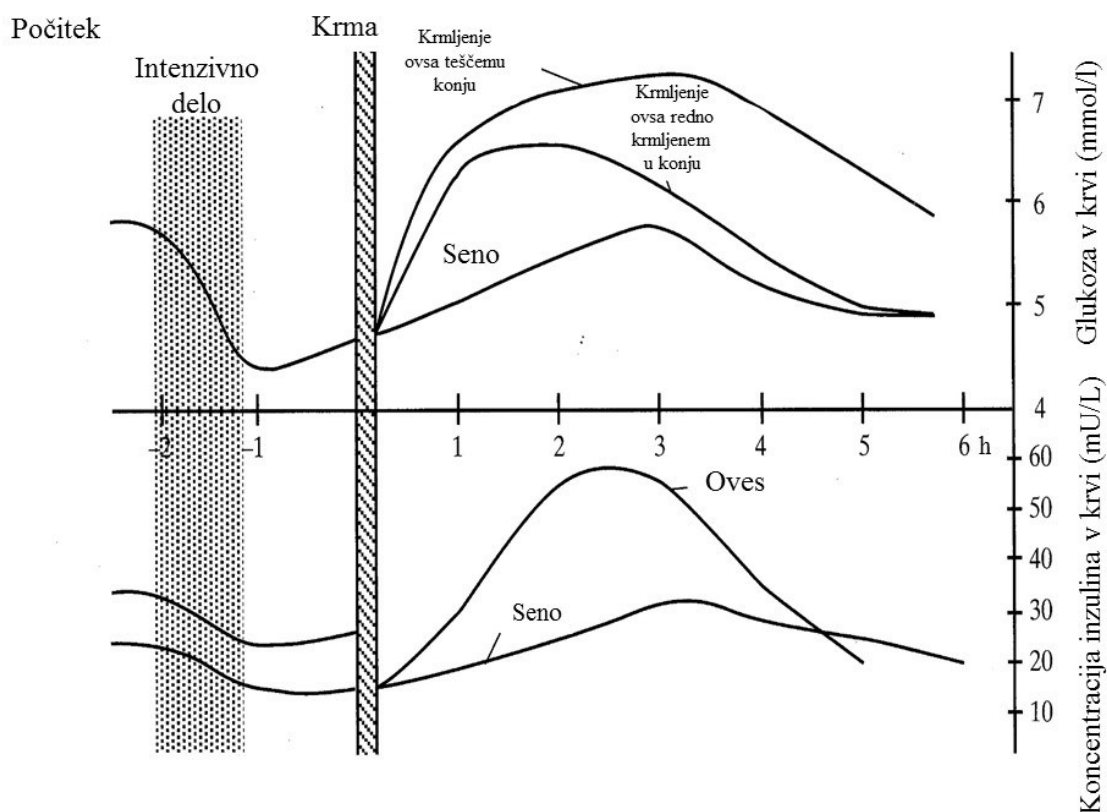
Na hitrost upadanja ravni glukoze v krvi vpliva mnogo dejavnikov, med drugim tudi predhodna telesna dejavnost, kot je razvidno iz slike 4. Glukoza je injicirana, da je lažje primerjati različne vrste. Kadar je glukoza podana v obliki škrobnatega obroka, se višek koncentracije glukoze v konjevi krvi zamakne za 2-4 ure. Pri polnokrvnih angleških konjih po krmljenju ovsa koncentracija glukoze v krvi doseže višek v dveh urah po krmljenju.



Slika 4: Približni časi tolerance za glukozo (puščice) in normalna koncentracija glukoze na tešče (senčeno)(Frape, 2010)

4.3.1 Inzulin

Inzulin je polipeptidni hormon, ki ga izloča trebušna slinavka. Njegova glavna vloga je regulacija ravni glukoze v krvi. Inzulin povzroči, da koncentracija glukoze v krvi pade, glukoza pa se pretvori v glikogen v jetrih. Inzulinski odziv je povezan z glikemičnim indeksom. Krma z visokim GI povzroči bolj izrazit inzulinski odziv. Z glikemičnim indeksom je tesno povezan tudi inzulinski indeks, ki odraža koncentracijo inzulina v krvi. Inzulinski indeks predstavlja primerjavo obrokov krme z enako energijsko vrednostjo, medtem ko glikemični indeks predstavlja primerjavo obrokov krme z enako vsebnostjo prebavljivih ogljikovih hidratov. Pri večini krmil sta glikemični in inzulinski indeks v sorazmerju. Na sliki 5 je prikazana odzivnost glukoze in inzulina glede na to ali je bilo konju krmljeno seno ali oves. Vendar slika prikazuje, da bistvenih razlik med koncentracijo inzulina in glukoze ni opaziti tako pri krmljenju ovsa, kot tudi pri krmljenju sena.



Slika 5: Odzivnost glukoze in inzulina v krvi na krmljenje sena in ovsa (Frape, 2010)

Podobno kot pri ljudeh se tudi pri nekaterih konjih pojavlja inzulinska rezistenca. Gre za motnjo v metabolizmu, ki povzroči, da sicer normalne količine inzulina v krvi ne dosežejo želenega učinka. Mišične celice, celice maščobnih tkiv in celice v jetrih, ki postanejo odporne na inzulin, potrebujejo nenormalno velike količine inzulina, da sploh lahko pride

do absorpcije glukoze. To stanje je povezano s prehranskimi režimi, ki so bogati z enostavnimi sladkorji, oziroma s krmo, ki ima visok glikemični indeks.

Inzulinska rezistenca vodi v mnoge druge zdravstvene težave, kot so metabolni sindrom, laminitis, cushingova bolezen in splošna debelost. Zaradi negativnih učinkov prevelikega vnosa krme z visokim glikemičnim indeksom se priporoča omejevanje vnosa tovrstne krme, poleg tega pa je koristno krmljenje s škrobom bogatega dela krme v več manjših obrokih. Tako se namreč v telesu izzove manjši inzulinski odziv. Pomemben faktor pri nastanku inzulinske rezistence je splošni nivo telesne aktivnosti. Konji, ki se malo gibljejo, so ob enakih količinah krme bogate z enostavnimi sladkorji bolj nagnjeni k pojavu inzulinske rezistence. Zaradi intenzivnosti treninga so galoperji na splošno manj nagnjeni k temu stanju, kot drugi konji. Posledično je njihov prehranski režim lahko bolj bogat z visoko energijsko krmo (Frape, 2010).

4.3.2 Vpliv obdelave krme na prebavljivost ogljikovih hidratov

Pri določenih krmilih njihova fizična oblika vpliva na razgradnjo škroba in posledično na glikemični indeks. To še posebej velja za žita, kjer je dostopnost škroba za prebavo odvisna od zgradbe celične stene v s škrobom bogatem žitnem jedru in zgradbe luske (otrobov), kakor tudi lastnosti in prisotnosti plev. Luska deloma ali celo popolnoma preprečuje, da škrob v krmilu pride v stik z encimom amilazo, ki skrbi za razgradnjo škroba. Ker razgradnja traja dlje časa in ker je včasih ta nepopolna, je glikemični odziv počasnejši, inzulinski in glikemični indeks pa sta nižja (Jullian in sod., 2006).

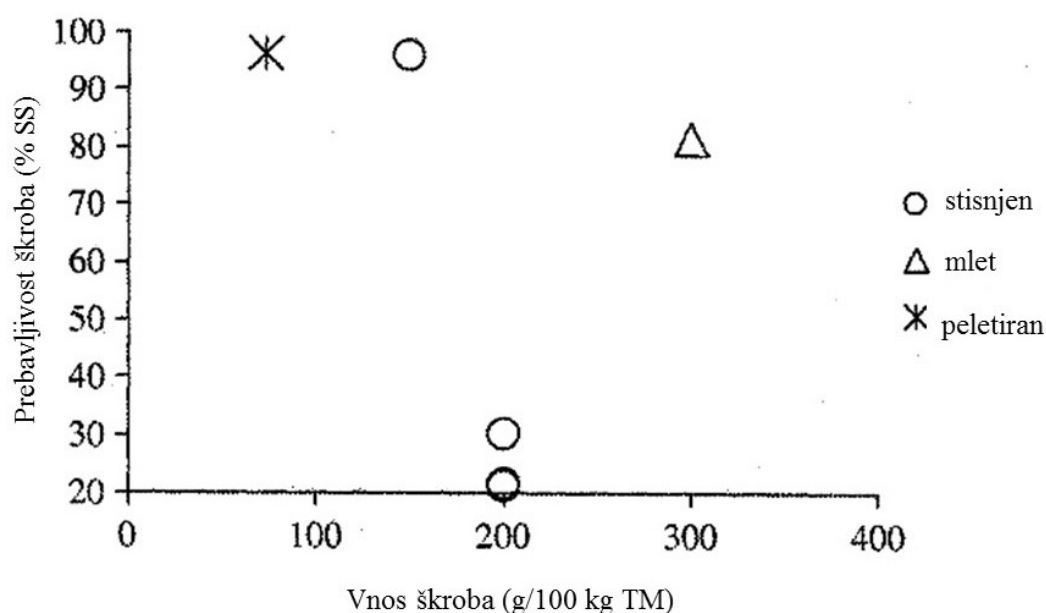
Tudi škrob sam je lahko bolj ali manj oz. različno hitro prebavljiv. Škrob, ki je neprebavljiv za prebavo z lastnimi encimi, imenujemo rezistentni škrob. Z namenom, da lahko telo v žitih skladiščen škrob izkoristi popolnoma, se pri prehrani konj in še posebej galoperjev pogosto uporabljajo različne metode obdelave krme, ki omogočijo, da encim amilaza hitreje oz. bolj učinkovito pride v stik s škrobnato sredico žita. Gre predvsem za termično in mehansko obdelavo krmila.

Žitarice so lahko izpostavljene mehanskim (drobljenje, valjanje, mletje), termičnim (mikroniziranje, praženje), termično-mehanskim procesom (kosmičenje, ekstrudiranje, "popping") ter hidrotermično-mehanskim procesom (parno valjanje, parno drobljenje, parno kosmičenje, parno ekspandiranje).

Na sliki 6 je razvidno, da obdelava ječmena izboljša prebavljivost škroba v primerjavi z mletjem in stiskanjem.

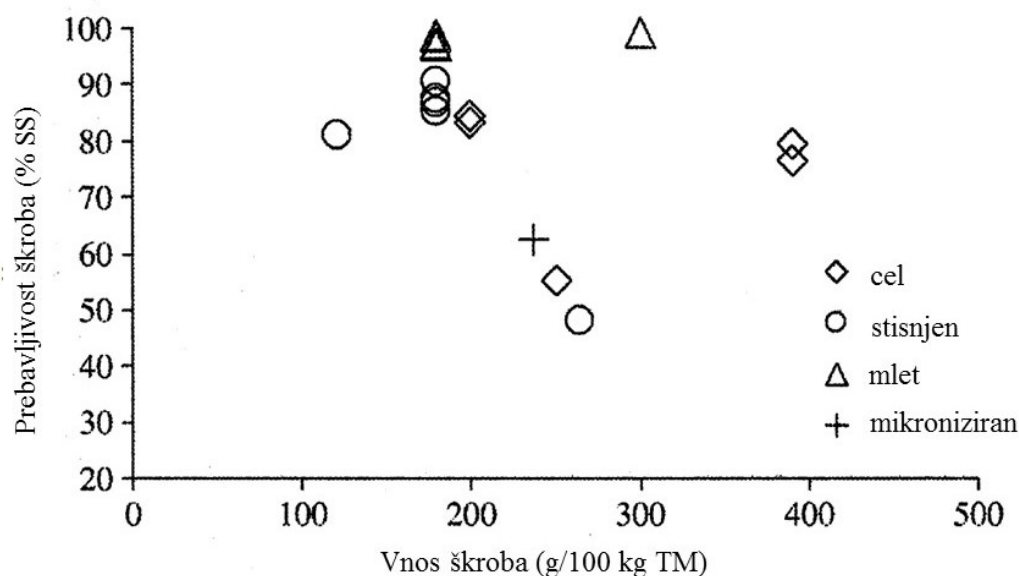
Prunk Ž. Problemi oskrbe z ogljikovimi hidrati pri galoperjih.

Dipl. delo. Ljubljana, Univ. v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko, 2016



Slika 6: Vpliv obdelave ječmena na prebavljivost škroba (Arnold, 1982, Meyer in sod. 1993, 1995, de Fombelle in sod. 2001a, Varloud personal communication, vsi cit. po Julliand in sod., 2006)

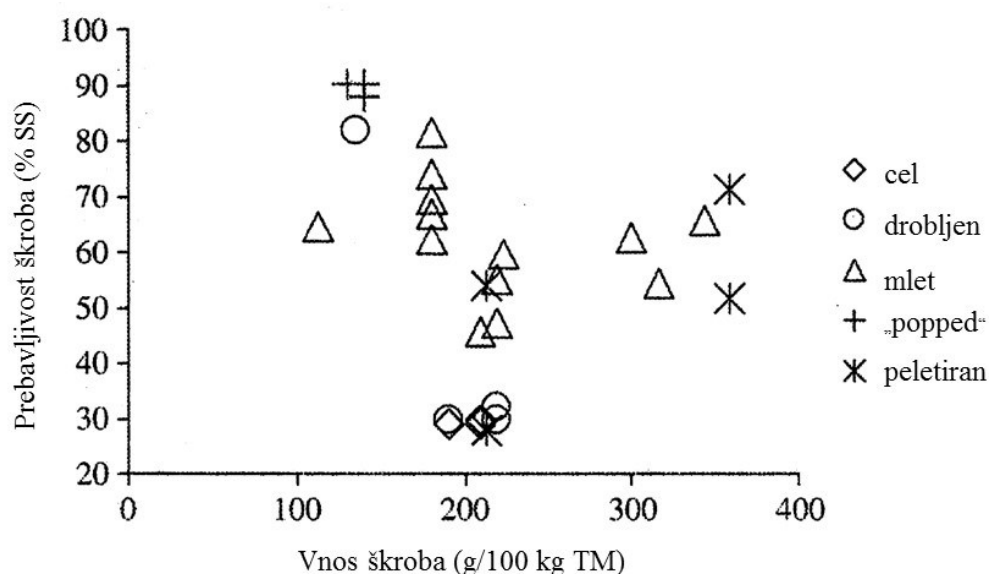
Uporaba valjanja je precej pogosta, saj je enostavna in cenovno dostopna. V proizvodnji krmnih mešanic, pa se v večji meri uporablja mikroniziranje, peletiranje, kosmičenje in mletje. Neglede na proces obdelave, namen je isti in sicer, povečanje prehranske vrednosti krme, s povečanje dostopnosti škroba v žitih. Pri konjih s slabim zobovjem in oslABLJENO žvekalno muskulaturo tudi povečanje zauživanja krme. Iz slike 7 je razvidno, da obdelava, predvsem pa mletje ovsa bistveno izboljša prebavljivost škroba.



Slika 7: Vpliv obdelave ovsa na prebavljivost škroba (Householder, 1978, Arnold, 1982, Radicke in sod. 1991, Meyer in sod., 1993, 1995, de Fombelle in sod., 2001a, vsi cit. po Julliand in sod., 2006)

Rezultati raziskav niso enotni glede tega, ali ima obdelava žitaric resnično omembe vreden učinek na glikemični odziv. Brez dvoma pa je prebavljivost krmila boljša, kadar je žito termično ali mehansko obdelano, kot je razvidno iz slike 8, kjer škrob pri mleti, še bolj pa termično obdelani kuruza bolje prebavljiv, predvsem pri vnosu večjih količin škroba. Tako npr. tudi v *in vitro* pogojih hidroliza škroba poteka hitreje, kadar je zrnje zmlet ali stisnjeno: tovrstna obdelava namreč stre lusko in poveča aktivno površino, kar omogoča amilazi, da hitreje pride v stik s škrobnim jedrom (Gallant, 1992, cit. po Hoffman, 2013).

Mletje pri ovsu in kuruze poveča prebavljivost v tankem črevesu, medtem ko pri stiskanju prebavljivost ostane enaka kot pri krmljenju celega zrnja (Kienzle, 1992, cit. po Hoffman, 2013). Pri kuruze je prebavljivost celega zrna v tankem črevesu okoli 30 %, stiskanje njeno prebavljivost poveča na 50 %, zmleta kuruza pa je prebavljiva kar v 90 %, prav tako pa obdelava vpliva tudi na glikemični in inzulinski odziv (Meyer, 1995, cit. po Hoffman, 2013).



Slika 8: Vpliv obdelave kuruze na prebavljivost škroba (Hintz in sod. 1971, Arnold, 1982, Hinckle in sod., 1983, Radicke in sod., 1991, Meyer in sod., 1993, 1995, de Fombelle in sod., 2001a, vsi cit. po Jullian in sod., 2006),

Rezultati najnovejših raziskav pa tem trditvam nasprotujejo. Obdelava ovsa in kuruze v novejših raziskavah (Vervuert, 2004, cit. po Hoffman, 2013) ni imela nobenega vpliva na glikemični in inzulinski odziv; prav nasprotno pa je vplivala na glikemični in inzulinski odziv pri ječmenu (Vervuert, 2007, cit. po Hoffman, 2013).

4.4 APLIKACIJA GLIKEMIČNEGA ODZIVA V PRAKSI

V zadnjih letih je bilo na tematiko glikemičnega odziva na različna krmila v prehrani konj opravljenih veliko različnih raziskav, ki osvetljujejo nekatere probleme krmljenja krmil, bogatih z enostavnimi ogljikovimi hidrati. Znanje in zavedanje o vplivu glikemičnega odziva na konjevo fiziološko delovanje omogoča sprejemanje boljših odločitev pri prehranskem režimu vrhunskih atletov na vseh področjih konjeništvu, še posebej pa to velja za galoperje.

4.4.1 Prebavljivost

Velika prebavljivost enostavnih ogljikovih hidratov v tankem črevesju je pri konjih načeloma zaželena, saj debelo črevo ni prilagojeno prebavi škroba, temveč prebavi neškrobnih polisaharidov. Če enostavni ogljikovi hidrati niso prebavljeni v tankem črevesu in zaradi tega njihova razgradnja poteka v debelem črevesu, to negativno vpliva na populacijo mikrobov, kar lahko vodi do različnih zdravstvenih težav, kot so črevesne razjede, kolike in laminitis. Ker obdelava žitaric povečuje prebavljivost enostavnih ogljikovih hidratov v tankem črevesu, lahko na ta način v prehrano galoperjev vnesemo več energije z manjšim tveganjem negativnih posledic za populacijo mikrobov debelega črevesja.

Vendar pa je visoka prebavljivost enostavnih ogljikovih hidratov dvorezen meč. Povezana je namreč s povišanim glikemičnim in inzulinskim odzivom, ki je – enako kot pri ljudeh - dejavnik tveganja za diabetes in bolezni srčno-žilnega sistema. Prevelika nihanja v krvni glukozi tudi pri konjih lahko vplivajo na pojav metabolnih motenj, zlasti diabetesa in cushingove bolezni.

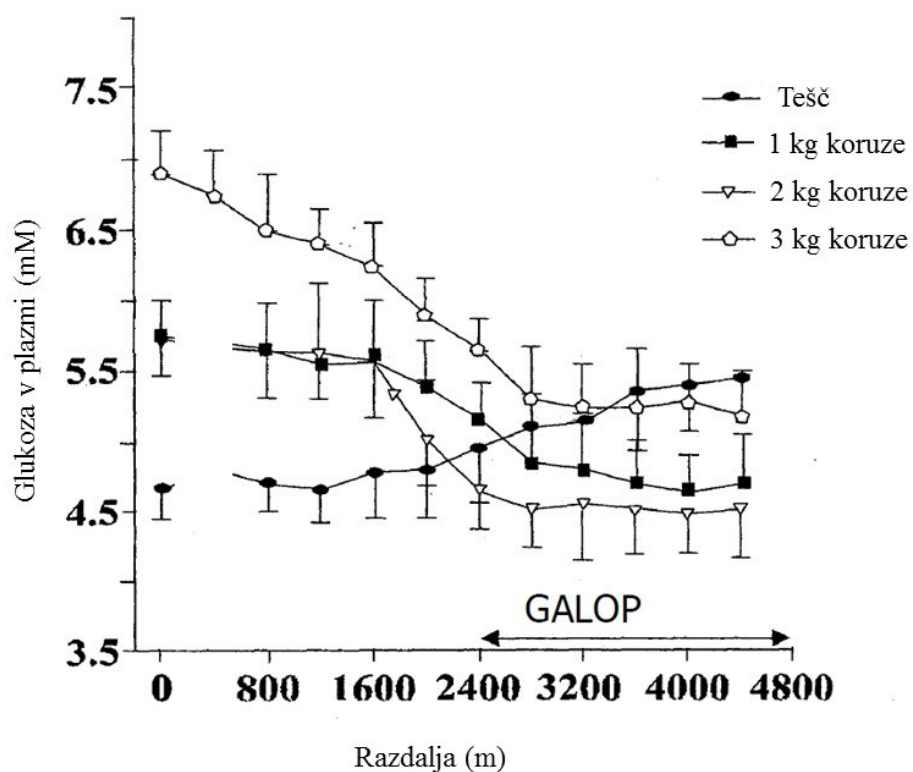
4.4.2 Vpliv na trening

Glede na to, da se energija iz lahko prebavljivih enostavnih ogljikovih hidratov sprošča hitro, lahko z manipulacijo časa krmljenja vplivamo na kakovost konjevega dela v treningu in v dirkah. V času polnjenja glikogenskih rezerv je dostopnost glikogena v mišicah slabša. Ko je polnjenje zaključeno, pa lahko telo lažje in hitreje poseže po glikogenskih rezervah. Porast glukoze v krvi pri krmljenju ovsa doseže višek v eni do dveh urah po krmljenju in se stabilizira v dveh do treh urah - takrat tudi nastopi najprimernejši čas za obremenitev. Krmljenje lahko prebavljivih enostavnih ogljikovih hidratov je torej priporočljivo dve do tri ure pred fizično aktivnostjo.

V raziskavah (Lawrence in sod., 1995, Stull in Rodik, 1995, Pagan in Harris, 1999, vsi cit. po Pagan in Geor, 2001) je bilo dokazano, da vrsta krme in čas krmljenja pred treningom vplivata na koncentracijo glukoze med treningom. Kot je razvidno iz Slike 9, prvih 2.400 m aktivnosti je potekalo v kasu in koraku, zadnjih 2.400 m pa je potekalo pri visoki hitrosti (11 m/s), so imeli konji, katerim so krmili koruzo 2,5 do 3 ure pred treningom, za 1-2 mmol/l višjo koncentracijo glukoze, kot tistim, katerim koruze niso krmili (Pagan in Geor, 2001).

Prunk Ž. Problemi oskrbe z ogljikovimi hidrati pri galoperjih.

Dipl. delo. Ljubljana, Univ. v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko, 2016



Slika 9: Koncentracija glukoze v krvi med fizično aktivnostjo konj, ki so 2,5 do 3 ure pred aktivnostjo zaužili 1, 2 ali 3 kg koruze (Pagan in Geor, 2001)

Pri ljudeh je odzivnost odvisna od vsakega posameznika, velja pa načelo, da imajo osebkki v dobri fizični pripravljenosti nižjo glikemično odzivnost na hrano kot tisti, ki so slabše fizično pripravljeni (Manore, 2002).

5 PRIMERJAVA MAŠČOB IN OGLJIKOVIH HIDRATOV V PREHRANI KONJ

Konjeva naravna prehrana ne vsebuje visokega deleža maščob, saj temelji predvsem na kompleksnih ogljikovih hidratih. Vendar pa konjev prebavni sistem dodajanje maščobe kljub temu izredno dobro prenaša, kar je mogoče s pridom izkoristiti pri športnih konjih, katerim lahko maščoba predstavlja dodatni vir energije. Uporaba prehranskega režima, bogatega z maščobami, je pri treningu galoperjev v zadnjih letih precej pogosto premlevana in pereča tema.

5.1 DIETA Z VISOKIM DELEŽEM MAŠČOBE PRI LJUDEH

V zadnjih desetletjih se je maksima, da mora biti športnikova dieta bogata predvsem z ogljikovimi hidrati, pričela nekoliko spreminjati. Pri marsikaterem vrhunskem športniku v ospredje prihaja prehrana, bogata z maščobami. Osnovna premisa je precej preprosta. Človeško telo lahko shrani za okoli 2.500 kcal ogljikovih hidratov, medtem ko lahko v obliki maščob shrani skoraj 50.000 kcal. Eden izmed glavnih pozitivnih vidikov uporabe maščobe kot glavnega vira energije je, da je za razliko od glukoze, raven energije bolj konstantna (manj niha), saj zaužitje maščobe ne sproži inzulinskega odziva. Ob dlje časa trajajočih naporih je maščoba vir energije, ki zlepa ne poide. Pri ljudeh režim prehranjevanja z visokim deležem maščobe navadno poteka tako, da športnik v obdobju treniranja uživa velike količine maščobe (približno 70 % potrebnega dnevnega energijskega vnosa), dan pred tekmovanjem pa si napolni glikogenske rezerve z uživanjem izključno ogljikovih hidratov (do 90 % ogljikovih hidratov) (Volek in sod., 2014). Ta strategija (Havemann in sod., 2006) je pokazala, da se v času počitka ter med obremenitvijo poveča poraba maščob, povečajo pa se tudi glikogenske rezerve, med obremenitvijo pa zmanjša mišična poraba glikogena. Vendar pa raziskave kažejo, da pri zauživanju z maščobami bogatih obrokov ni bilo zaznati izboljšanja rezultatov zmogljivosti.

Glavni pomisleki v zvezi s prehranjevanjem z visoko vsebnostjo z maščobami bogate hrane obstojijo pri kratkotrajnih visoko intenzivnih telesnih dejavnosti, kot je na primer šprint, pri katerem je najpomembnejši vir energije glikogen. Če govorimo o sami vzdržljivosti (vztrajnosti), je maščoba sicer dober vir energije, problem pa se pojavi, kadar so poleg vzdržljivosti (vztrajnosti) prisotna tudi obdobja visoko intenzivne, kratko trajajoče aktivnosti. V raziskavi o vplivu prehrane z visokim deležem maščobe na sposobnost visoko intenzivne aktivnosti je bilo ugotovljeno, da je sposobnost kratkotrajne visoko intenzivne aktivnosti pri tovrstni prehrani omejena (Havermann in sod., 2006). V raziskavi so ljudje zauživali hrano z visoko vsebnostjo maščob šest dni, čemur je sledil en dan uživanja visokega deleža ogljikovih hidratov, nato pa so imeli nalogo kar najhitreje prekolesariti pet etap 1 km dolgih šprintov ter pet etap 4 km dolgih šprintov. Tisti, ki so se prehranjevali s hrano, bogato z maščobami, so bili znatno počasnejši na 1 km šprintih, pri šprintih na 4 km pa ni bilo opaziti razlik med tistimi, ki so se prehranjevalo s hrano, bogato z maščobami, in tistimi, ki so se hranili s hrano, bogato z ogljikovimi hidrati. Te

ugotovitve kažejo, da je maščoba sicer res dober vir energije, vendar so ogljikovi hidrati kljub vsemu bistveni za kratkotrajna, visoko intenzivna športna udejstvovanja.

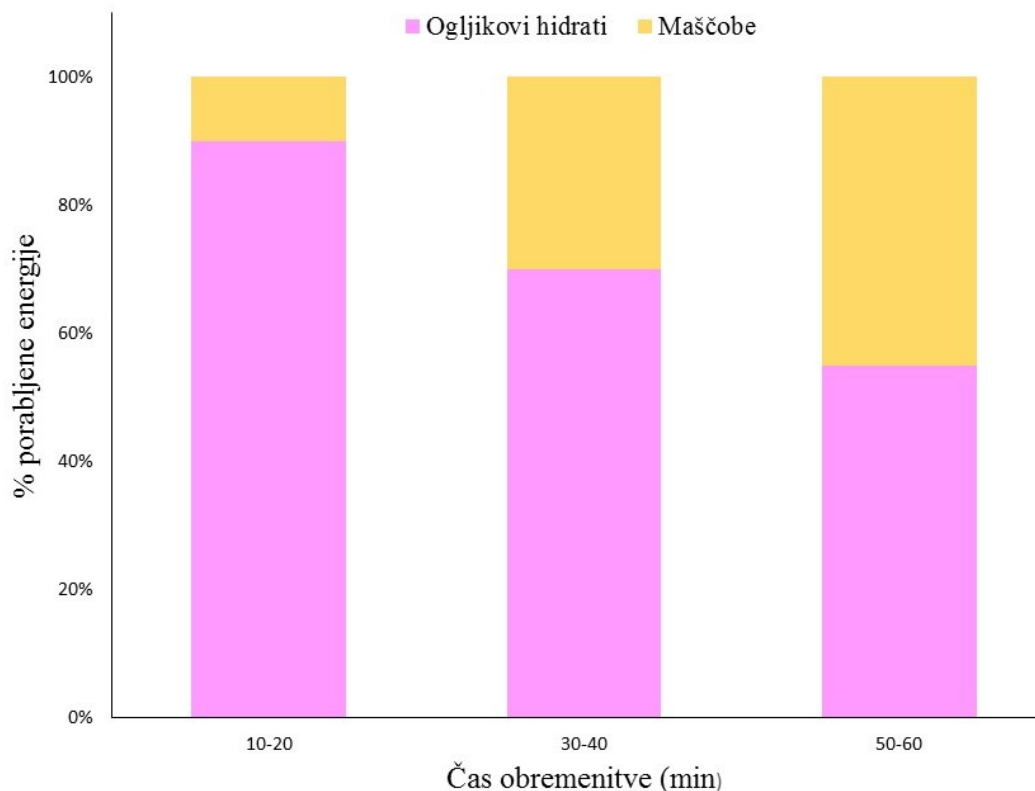
5.2 PREHRANA Z VISOKIM DELEŽEM MAŠČOBE PRI KONJIH

Trend krmljenja krme z visoko vsebnostjo maščobe pri konjih temelji na podobnih principih kot pri ljudeh. Sproščanje energije iz maščob je mnogo bolj konstantno kot pa na primer pri sproščanju energije iz ogljikovih hidratov, poleg tega pa lahko telo shrani veliko več maščobe kot glikogena. Ta teorija torej potrjuje ustreznost krmljenja maščob pri vzdržljivostnih konjeniških športih, pri visoko intenzivnih, manj časa trajajočih aktivnostih, kot so galopske dirke, pa se maščoba ne zdi najprimernejša.

Čeprav imajo mišične celice raje glikogen, se ob njegovem pomankanju in ko je dotok glukoze v mišične celice prepočasen, da bi zadovoljil energijske potrebe, mišični metabolizem preusmeri na izogrevanje intramuskularnih trigliceridov – maščob, shranjenih okoli mišičnih celic. Vendar pa je potrebna vsaj 3 minutna intenzivna obremenitev, preden maščobe postanejo razpoložljiv vir energije za mišične celice (Ivers, 2002). Dirke galoperjev pa časovno le redko presegajo 3 minute, kar pomeni, da v trenutkih pomankanja oz. velikih ter hipnih energetske potreb maščobe niso tiste, ki bi lahko nadomestile glikogen.

Večji delež energije za galopske dirke se torej proizvede po anaerobni poti, kjer se kot gorivo porablja glukoza. Maščoba torej kot gorivo za dirko ne pride v poštev. Ne glede na to pa se pojavlja vprašanje, ali je lahko prehrana z visoko vsebnostjo maščob koristna na primer v času treningov (ki so časovno daljši in energetske oz. glede energetske potreb niso tako »hipni«).

Maščobe so nedvomno toliko bolj koristne v disciplinah vzdržljivosti, med katerima sta v prvi vrsti tekmovanje v vzdržljivostnem jahanju - endurance (tekme na dolгих, vse do 160 km dolгих progah) ali vsestranska tridnevna tekmovanja (eventing), ki trajajo nekaj ur (endurance) ali pa intenzivno fizično in psihično obremenjujejo konja več dni zapored (eventing). Kot je razvidno iz slike 10, delež energije, pridobljene iz maščob, narašča s trajanjem obremenitve, delež energije, pridobljene iz ogljikovih hidratov, pa upada.



Slika 10: Delež porabljene energije iz različnih virov v odvisnosti od trajanja obremenitve (Pagan in Geor, 2001)

5.2.1 Varčevanje z glikogenom

Posledica krmljenja večjih količin maščob je po mnenju nekaterih trenerjev večja vzdržljivost, vendar zaenkrat raziskave s tega področja še niso prinesle enotnih rezultatov. Glavni argument za dieto z visoko vsebnostjo maščobe in posledično višjo vzdržljivostjo je koncept varčevanja z glikogenom. Glikogen je primarno gorivo med visoko intenzivno aktivnostjo, zato je pomembno, da so glikogenske rezerve pred začetkom aktivnosti kar najbolj napolnjene. Ko zmanjka glikogena, telo namreč ni več sposobno proizvajati energije. Za aktivnosti nizke intenzivnosti je najprimernejše gorivo maščoba. V teoriji se v primeru diete z visoko vsebnostjo maščobe, maščoba uporablja za osnovne življenjske funkcije in nizko intenzivno aktivnost, posledično pa telo varčuje z glikogenom, ki ga nato izkorišča med dirko (Pagan in sod., 2002, Treiber in sod., 2008, vsi cit. po Nielsen, 2013). Zaloge glikogena so tako mnogo bolj konstantne.

Tudi raziskave s tega področja so si precej neenotne. Po izsledkih nekaterih prehranskih režimov z visoko vsebnostjo maščob, le te pripomorejo k večji koncentraciji glikogena v mišicah (Potter in sod., 1992, Geelen in sod., 2001, vsi cit. po Nielsen, 2013). Poleg same koncentracije glikogena v mišicah naj bi večja količina maščobe v prehrani pripomogla

tudi k manjšemu nihanju koncentracije glukoze v krvi. Maščobe namreč za razliko od enostavnih ogljikovih hidratov ob zaužitju ne sprožijo inzulinskega odziva.

Še eden izmed argumentov za implementacijo večjih količin maščobe v prehranski režim galoperjev je koncentracija laktata v krvi. Ta je po telesnem naporu po nekaterih raziskavah nižja v primeru večjih količin maščob v prehrani, kot pri prehrani, bogati z ogljikovimi hidrati (Sloet van Oldruitenborgh-Oosterbaan in sod., 2002, cit. po Nielsen, 2013). Povišana koncentracija laktata v krvi je povezana z nastopom utrujenosti, zaradi česar bi lahko sklepali, da visoka vsebnost maščob pripomore h kasnejšemu nastopu utrujenosti.

5.2.2 Vpliv maščobe na prebavljivost hranljivih snovi

Velik delež maščobe v prehrani ima vpliv na prebavljivost ostalih hranljivih snovi in njihovo absorpcijo v črevesju. To tezo so preverjali v raziskavi, ki je primerjala dve vrsti prehrane pri konjih v treningu za kasaške dirke (Jansen in sod., 2000). Testna skupina konj je dobivala obroke, kjer je 37 % energetskega potreb zagotavljala maščoba, kontrolna skupina konj pa je namesto maščobe dobivala krmilo, bogato s škrobom in glukozo. V testni skupini je bila prebavljivost ogljikovih hidratov manjša za približno 8 %.

5.2.3 Maščoba kot dodatek k prehrani galoperja

Čeprav visoka vsebnost maščob v prehrani galoperjev ni optimalna, ima maščoba še vedno status izredno dobrega vira energije za osnovne funkcije. Zaradi tega je pri krmljenju galoperjev precej razširjeno dodajanje manjših količin maščobe (predvsem v obliki olja) kot dodatnega vira energije. Na tak krmni režim se še posebej dobro odzivajo konji s slabšim apetitom, saj na ta način lahko zagotovimo, da tudi manj ješči konji zaužijejo dovolj energije za napore treninga in tekmovanj.

Olje ima kot dodatek v prehrani več prednosti. Če določen delež energijskih potreb zagotovimo v obliki olja, lahko zmanjšamo vnos močne krme, kar pomeni, da zmanjšamo vnos enostavnih ogljikovih hidratov v obliki škroba. S tem deloma nevtraliziramo nevarnost, ki jo za konjev prebavni trakt predstavljajo prevelike količine škroba. Zaradi manjše količine enostavnih ogljikovih hidratov pa tudi ne prihaja do tako izrazitih nihanj v koncentraciji inzulina v krvi. Pri nekaterih konjih, ki postanejo ob velikih količinah močne krme pretirano vzdražljivi, ima lahko dodajanje olja k prehrani pozitiven učinek na vedenje. Pretirana vznemirjenost pred treningom, še posebej pa pred dirko, je pri galoperjih načeloma nezaželena, saj nočemo, da konj pred dirko porablja preveč energije. Preko vpliva na vedenje lahko torej z dodajanjem olja neposredno vplivamo na konjevo uspešnost na dirki. Dodajanje olja se je izkazalo kot pozitivno tudi v vlažnih in vročih podnebjih (Ellis in Hill, 2005). Prebava ogljikovih hidratov, predvsem kompleksnih, sprošča velike količine toplote. To je namreč eden izmed mehanizmov za ohranjanje konstantne telesne temperature. V vlažnih in vročih podnebjih je za konja pravi izziv, da se znebi odvečne toplote. Če del ogljikovih hidratov nadomestimo z maščobo, se pri prebavi sprošča manj toplote, kar konju nekoliko olajša naporno nalogo izgubljanja odvečne toplote.

6 KRMLJENJE ZA OBREMENITEV

Prehrana in krmljenje sta med največjimi stroški, povezanimi z oskrbo galoperja v pripravi na dirke. Ravno zato in tudi zaradi korelacije z uspehom na tekmovanjih, je krma skrbno izbrana in prilagojena vsakemu posamezniku, saj s pravilnim krmljenjem omogočimo maksimalen izkoristek atletskih zmogljivosti posameznika.

Zaradi velikih energetskih potreb konjskih atletov njihova krma vsebuje velik delež ogljikovih hidratov, posledično krma vsebuje ogromne količine škroba, najpogosteje v obliki različni žit kot so oves, ječmen in koruza. Prav zato je nujno, da se krmljenje prilagodi dnevnim individualnim potrebam vsakega posameznega dirkalnega konja. Veliko pozornost je potrebno nameniti predvsem krmljenju ogljikovih hidratov. V kolikor konja v času počitka oz. lažjega treninga krmimo enako, kot v času polnega treninga, s tem preobremenimo organizem z razpoložljivimi ogljikovimi hidrati, katere konj tekom lažjega dela ne porabi. To pa telesu povzroči kopico problemov, kateri lahko vodijo celo do hujših zdravstvenih težav. Zato predvsem tiste konje, ki so izpostavljeni hudim naporom in obremenjujočim stresnim situacijam (kot so na primer galoperji), krmimo toliko, kolikor delajo (Angleži pravijo, da »krmijo delo«) in vedno prilagajamo obroke dan v naprej. Torej na dan, ko ima konj počitek, je potrebno krmni obrok prilagoditi zmanjšanim energetskim potrebam prihodnjega dne že večer pred počitkom. Priporočljivo je, da se obrok zmanjša za polovico, pri kobilah, ki so bolj nagnjene k težavam, povezanim s krmljenjem (predvsem zaradi hormonskih nihanj), pa celo le na tretjino običajnega obroka.

Termična obdelava krme ter peletiranje bistveno pripomoreta k zmanjšanju količine škroba, ki »pobegne« encimski prebavi in zato fermentira v debelem črevesu, prav tako pa ključno skrajša zadrževanje škroba v prebavilih. Termično ali hidro-termično obdelano krmo lahko torej krmimo v večjih količinah in s tem bolje pokrivamo velike energijske potrebe atletskih konj (Jullian in sod., 2006).

Polnjene glikogenskih rezerv, t.i. »loading«, je v konjeništvu prišlo iz humane športne medicine, kjer je tak režim prehranjevanja vedno znova povzročil izboljšanje rezultatov. Polnjenje glikogenskih rezerv je dejansko eden od redkih pristopov, ki legalno in telesu neškodljivo izboljšuje zmogljivost konjskega organizma.

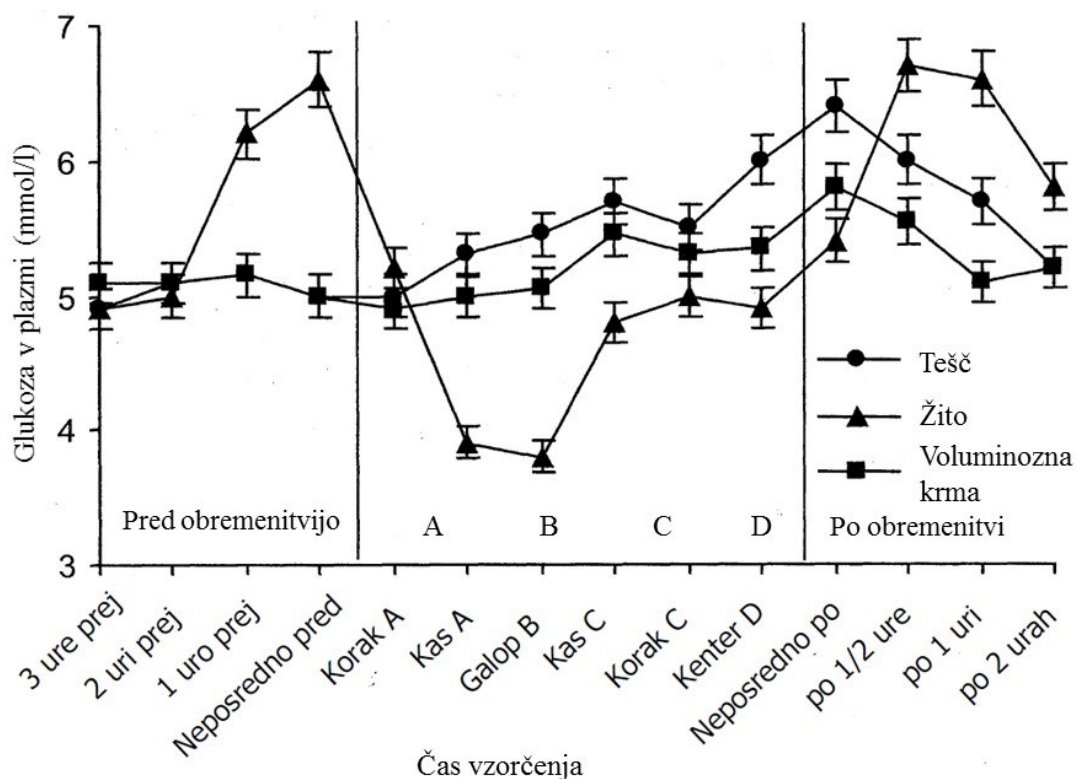
Do sedaj je veljalo, da konji s polnjenjem glikogenskih rezerv ne izboljšajo atletskih zmogljivosti, saj je trajalo in trajalo (običajno več kot tri dni), da so se glikogenske rezerve, izpraznjene med napornimi treningi ali tekmovanji, končno napolnile. Sčasoma pa so ugotovili, da so se glikogenske rezerve polnile tako počasi predvsem zaradi premajhne količine hitro dostopnih ogljikovih hidratov v konjski prehrani (Kellon, 2008).

Trenutno ne obstaja prav veliko študij o vplivu hitro dostopnih ogljikovih hidratov na izboljšanje zmogljivosti konj, znano in dokazano pa je, da imajo nizke glikogenske rezerve negativen vpliv na zmogljivost konj. O tem, kako polniti glikogenske rezerve, obstoji več teorij oz. priporočil, od polnjenja tik pred dirko, do enkratnega dnevnega polnjenja ali polnjenja več dni zapored. Kakorkoli že, napor in fizična aktivnost ključno povečajo

mišično »lakoto« po glukozi, 1-2 urni trening pa zahteva oz. povzroči 24 urno polnjenje rezerv.

Priprava na tekmovanje se začne, kar se prehrane tiče, nekako 5 dni pred dirko z natančnim načrtom polnjenja glikogenskih rezerv z izdatnimi količinami ogljikovih hidratov, največkrat dostopnih v obliki različnih žit. Pri mnogih raziskavah se je pokazalo zelo uspešno polnjenje glikogenskih rezerv s hitro razgradljivimi sladkorji ali pa v obliki koruznega sirupa (Kellon, 2008).

Vse prej kot nepomembna pa je tudi problematika krmljenja tik pred samo obremenitvijo. Najpomembnejša vprašanja, ki se pri tem zastavijo so, kdaj, kje in koliko krmiti. Temu vprašanju logično sledi še vprašanje ali krmiti seno ali močna krmila (žita) ali pa celo nič. Čas krmljenja ter krma, ki jo krmimo v zadnjih urah pred tekmo ima pomembno vlogo pri izkoristku zmogljivosti. V raziskavah so ugotavljali, kako na zmogljivost konja ter na koncentracijo glukoze v plazmi vpliva krmljenje z ogljikovimi hidrati bogatega obroka neposredno pred tekmovanjem. Na sliki 11 je prikazano, kako narašča in pada koncentracija glukoze v plazmi, v soodvisnosti od tipa krme ter časa krmljenja glede na obremenitev.



Slika 11: Koncentracija glukoze v plazmi 3, 2 in 1 uro pred, med in po obremenitvi pri konjih, ki se bili bodisi tešči, krmljeni z žitom ali senom (Pagan, 2005)

Iz slike 11 lahko razberemo, kako pomembno je časovno pravilno usklajeno krmljenje pred samo obremenitvijo. V kolikor krmimo voluminozno krmo 3 ure pred obremenitvijo, je

naraščanje glukoze postopno, ter doseže vrhunec šele, ko je obremenitev že končana. Podobno, vendar z nekoliko višjimi vrednostmi, poteka rast glukoze v primeru, da je konj tešč. V kolikor pa konju krmimo močna krmila, največkrat v obliki žit, raven glukoze hitro naraste in doseže vrh že v času pred obremenitvijo (nekje v 2-2,5 urah), sledi strm padec vrednosti plazemske glukoze in nato sledi postopno vračanje v normalne meje (Pagan, 2005).

Raziskave dokazujejo, da krmljenje krme bogate z ogljikovimi hidrati pred obremenitvijo povzroča povečevanje glikogenskih rezerv, ki vodi v izboljšanje tekmovalne zmogljivosti. Polne glikogenske rezerve preprečijo padec glukoze v zadnjih fazah obremenitve. Ohranjanje vrednosti glukoze v krvi prav tako vpliva na zmanjšano oz. zakasnjeno utrujenost in s tem izboljšanje zmogljivosti (Andrews in sod., 2003).

Kljub k ogljikovim hidratom nagnjeni prehrani v času tik pred tekmovanjem, pa je krmljenje manjših količin voluminozne krme zaželeno in ugodno vpliva na konja, saj spodbuja žvečenje in izločanje sline, kar konja pomirja in s tem posledično lažje kljubuje stresnim situacijam. Pregarja tudi dolgčas, po zadnjih študijah pa naj bi voluminozna krma, ki vsebuje rezano dehidrirano lucerno, ugodno vplivala tudi na želodčne težave, ki so lahko povezane s stresom, vendar naj bi praviloma količine voluminozne krme ostale minimalne (Pagan, 2005).

Krmljenje v zadnjih 2-3 dneh pred tekmovanjem, naj bi po konvencionalnih načinih krmljenja ostalo nespremenjeno, predvsem v dneh, ko je prej sicer intenzivni trening lahkotnejši in namenjen predvsem raztezanju in regeneraciji. Vendar nekateri viri (Kohnke, 1998), pa tudi trditve trenerjev, potrjujejo, da naj bi približno 10 % povečanje zrnja (v tem primeru je najpogostejše v uporabi oves), imelo ugoden in ergogeni učinek na tekmovalno sposobnost predvsem zaradi polnjenja glikogenskih rezerv, vendar je potrebno biti pri tem izredno previden, da ne pride do predoziranja (predvsem) z ogljikovimi hidrati ter posledično acidoze v debelem črevesju.

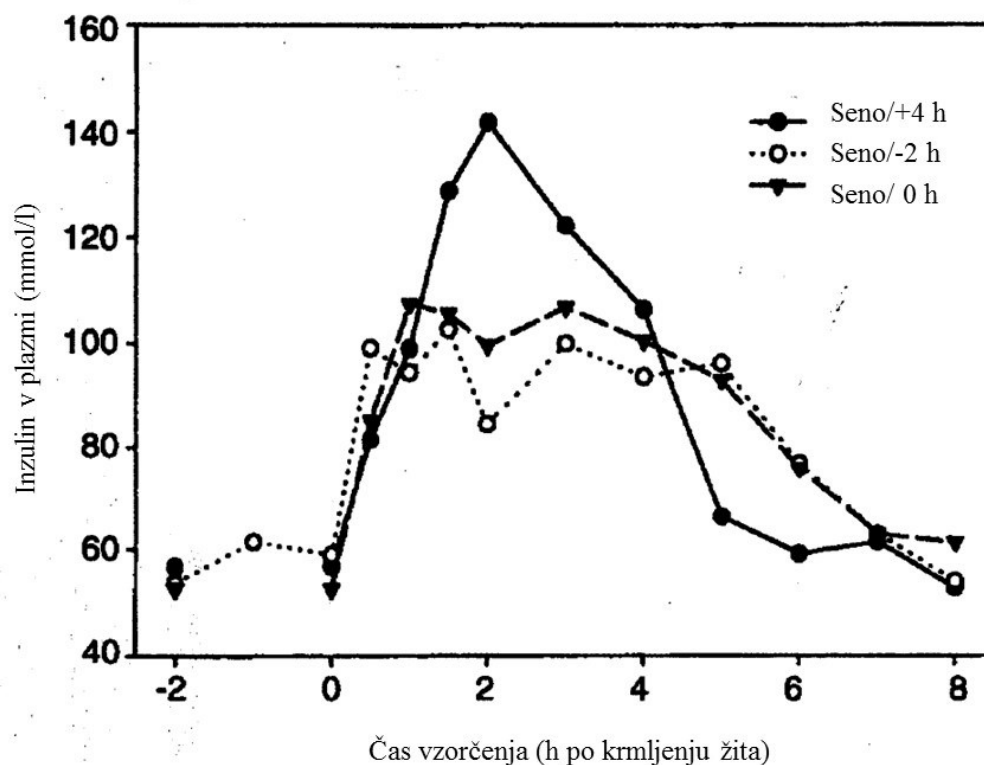
V prehrani galoperja, v kolikor se treningi po tekmovanju normalno nadaljujejo, naj bi količina žitaric, predvsem ovs, ostala za 10 % višja od obrokov v obdobju treninga vsaj še dan ali dva po tekmovanju, da bi s tem zapolnili prazne glikogenske in energetske rezerve. V kolikor pa konji po tekmovanju delajo lažje oz. treninge nadomesti izpust in prosto gibanje, je priporočljivo običajen dnevni obrok zmanjšati za polovico, vse dokler se konj ne vrne v normalni trening (Kohnke, 1998).

Polnjenje rezerv po treningu ali napornem tekmovanju pokaže vidne spremembe v ravni energije pri konju naslednji dan in mu pomaga pri regeneraciji, s tem pa lažje nadaljuje s treningi po načrtu trenerja (Kellon, 2008).

6.1 ČAS KRMLJENJA

Verjetno najbolj pogosto vprašanje, kar se tiče prehrane atletskih konj, je kdaj je potrebno nazadnje krmiti pred samim tekmovanjem, saj ima krmljenje v zadnjih urah pred tekmo pomembno vlogo pri izkoristku zmogljivosti. V raziskavah so ugotavljali, kako vpliva krmljenje z ogljikovimi hidrati bogatega obroka pred tekmovanjem na zmogljivost konja ter na koncentracijo hranil v plazmi (Pagan in Harris, 1999).

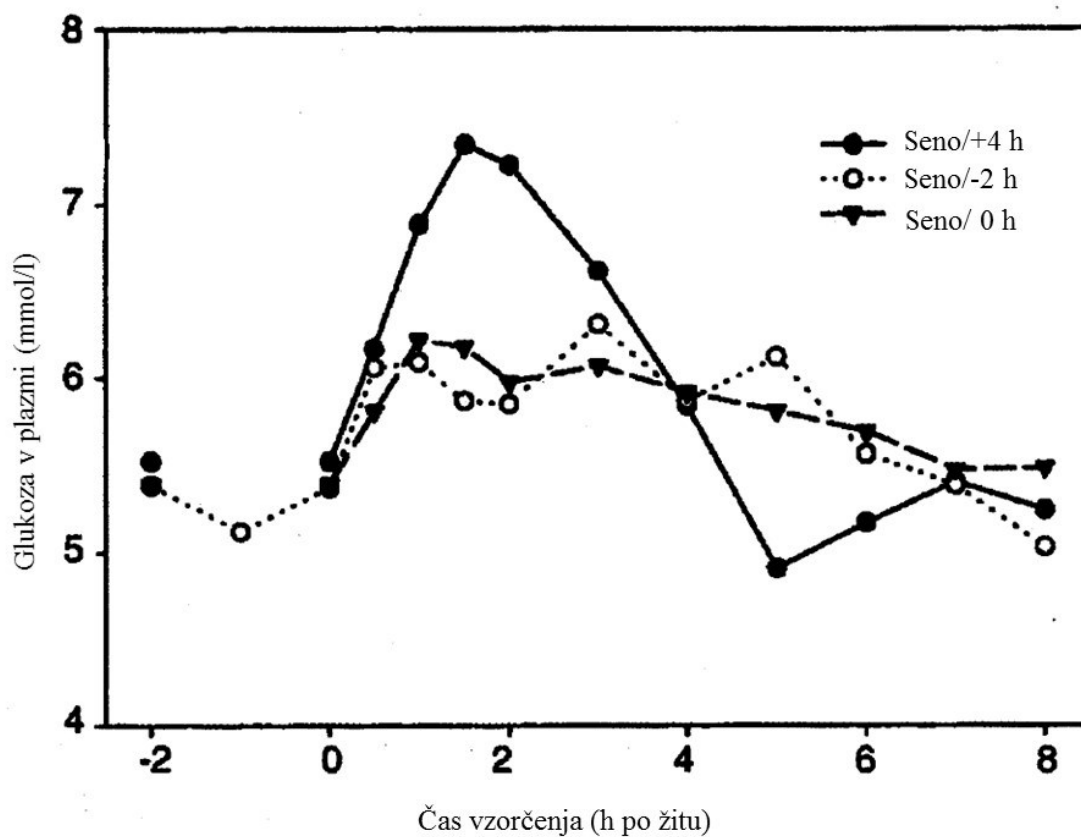
Na koncentracijo glukoze in inzulina v krvi pa vpliva tudi vrstni red krmljenja sena in močne krme. V raziskavi (Pagan in Harris, 1999) so se vrednosti glukoze ter vrednosti inzulina v plazmi spreminjale glede na to, ali so konjem krmili voluminozno krmo, v tem primeru seno, bodisi 2 uri pred krmljenjem močne krme, skupaj z močno krmo ali 4 ure po krmljenju močne krme. Bistvenih razlik pri vsebnosti glukoze ter inzulina v plazmi krvi pri krmljenju pred ali skupaj z močno krmo niso ugotovili. Pri krmljenju voluminozne krme 4 ure po obroku, pa je opazen nenaden porast pri obeh vrednostih, tako glukoze kot inzulina. Torej krmljenje voluminozne krme pred ali skupaj z obrokom, bistveno zniža glikemično odzivnost ter vrednosti tako glukoze kot inzulina v krvni plazmi, hkrati pa zaščiti želodčno sluznico pred pljuski kisline med gibanjem (slika 12 in slika 13).



Slika 12: Koncentracija inzulina v plazmi pri konjih krmljenih s senom v 3 različnih časovnih obdobjih, glede na močno krmo (Pagan in Hariss, 1999)

Prunk Ž. Problemi oskrbe z ogljikovimi hidrati pri galoperjih.

Dipl. delo. Ljubljana, Univ. v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko, 2016



Slika 13: Koncentracija glukoze v plazmi pri konjih krmljenih s senom v 3 različnih časovnih glede na močno krmo (Pagan in Harris, 1999)

7 NAPAKE IN POSLEDICE NAPAK PRI OSKRBI Z OGLJIKOVIMI HIDRATI

Ogljikovi hidrati niso le nujno in najbolj pomembno hranilo pri prehrani galoperja, temveč lahko nepravilno krmljenje z njimi vodi tudi v težave. Napake pri krmljenju ogljikovih hidratov so lahko bodisi zaradi preobilice ogljikovih hidratov v obroku glede na potrebe konja bodisi zaradi pomanjkanja ogljikovih hidratov v obroku glede na konjeve potrebe.

7.1 LAMINITIS

Laminitis pri konjih je definiran kot bolečina in vnetje občutljivih lamel v kopitu. Vzrok akutnega laminitisa naj bi bilo skoraj v vseh primerih toksično stanje v krvnem obtoku. Toksičnost najpogosteje izvira iz prebavnega trakta, vendar je lahko izvor tudi v respiratornem traktu, sinusih, ledvicah, jetrih, pri kobilah pa celo v reproduktivnem traktu.

Laminitis so že leta 350 pr. n. št., povezovali z napačnim režimom prehrane. Aristotel je uporabil termin »ječmenova bolezen«, ki jasno namiguje na prekomerno krmljenje žita (ječmena v tem primeru), od leta 1970 pa je kopitno obolenje zaradi prevelikega vnosa ogljikovih hidratov poznano pod imenom laminitis (Geor in Harris, 2013).

V zadnjih 20 letih je mogoče omenjeno obolenje tudi vedno pogosteje opaziti pri konjih in ponjih na pašniku, zaradi česar se je oblikoval tudi termin »pasture-associated laminitis« (s pašo povezani laminitis) (Hinckley in Henderson, 1996, Treiber in sod., 2006, Menzies Gow in sod., 2010, vsi cit. po Geor in Harris, 2013).

Večja možnost obolenja za laminitisom se pojavi pri konjih in ponjih, ki zaužijejo velike količine enostavnih sladkorjev, škroba in fruktanov. Okoliščine preobilnega zaužitja ogljikovih hidratov so najpogosteje povezane s preobilnim krmljenjem s škrobom bogatih žit. Lahko pa se obolenje pojavi tudi pri konjih, ki se izključno prehranjujejo le s pašo, katera pa pod določenimi pogoji vsebuje (pre)več nestrukturnih ogljikovih hidratov.

Večina posledic prekomernega vnosa nestrukturnih ogljikovih hidratov nastane, ko pride neprebavljen škrob v črevesje in pride do hitre fermentacije v slepem in debelem črevesu. Konji imajo namreč le omejeno zmožnost in kapaciteto prebave škroba pred slepim črevesom, vendar količina variira od konja do konja, odvisna pa je tudi od vrste žita in velikosti obroka. Na splošno pa vedno preide nekaj neprebavljenega škroba v črevesje, še posebno, če konje krmimo z več kot 2 g škroba/kg telesne mase v enem samem obroku ali kadar krmimo neobdelano koruzo/ječmen (Geor in Harris, 2013).

Toksini, proizvedeni bodisi v prebavnem traktu bodisi drugod v telesu (npr. histamin), najdejo pot po krvnem obtoku do kopita in tam povzročijo zoženje malih arterij. To navadno povzroča poškodbe občutljivih lamel kopita, s tem pa oslabitve prirastišča kopitne kosti na kopitno steno; rezultat je resno stanje, potencialno nevarno za življenje, bodisi kot rotacija kopitne kosti, bodisi kot potapljanje kostne kosti navzdol, bodisi pa tudi kot demineralizacija in razpadanje kopitih kosti. Končni rezultat je pogosto permanentna šepavost in izguba uporabne sposobnosti konja ali pa je zaradi hude bolečine in

nepopravljivih posledic rotacije ali demineralizacije kopitnih kosti potrebna celo usmrnitev (Rogers in Wilcox, 2005).

Konjem z laminitisom veterinarji redno predpisujejo strogo nadzorovano krmljenje, ki pa ni pomembno le za preprečevanje poslabšanja stanja, ampak je izredno pomemben faktor tudi pri poznejšem okrevanju, saj igra prebavni trakt, še posebej debelo črevo, ključno vlogo pri nastanku laminitisa, s tem pa tudi pri okrevanju. Namen kontroliranega krmljenja laminitičnega konja je v tem, da preprečimo nadaljnjo tvorbo toksinov v prebavilih. Večina teh toksinov je produkt bakterij (npr. *Streptococcus bovis*). Kontroliranje omenjene bakterije ter vseh ostalih patogenih organizmov je vitalnega pomena za potek zdravljenja in okrevanja. Krmljenje krme z nizko vsebnostjo ogljikovih hidratov in velikim deležem vlaknin je v času obolenja ključnega pomena.

7.2 DIABETES

Diabetes se je pri konjih začel omenjati leta 2000 v povezavi s kroničnimi težavami pri konjih in ponijih z laminitisom.

Pri opazovanju, kako deluje prehranski dodatek magnezija na težave z laminitisom, so pri obolelih konjih opazili debelost in neobičajne maščobne zaplate. To je vodilo do ideje, da sta morda diabetes oz. inzulinska rezistenca in laminitis povezana. Tudi pri ljudeh z diabetesom je dobro znano, da jim primanjkuje magnezija in da prehranski dodatek magnezija v takih primerih deluje blagodejno.

Jasno je, da je debelost posledica prekomernega zauživanja krme oz. neuravnoveženosti med zauživanjem in porabo energije. Ni pa povsem raziskano ali je vzrok za diabetes debelost konja ali krma bogata z žiti in maščobami, katere posledica je nato debelost. Pri večini pa se je kot prvi znak diabetesa pojavil laminitis, ponekod celo pred debelostjo konja, kar pomeni da preprečevanje debelosti še ne prepreči diabetesa in laminitisa. Drži tudi, da ni vsak predebel konj tudi diabetičen.

Inzulinska rezistenca je definirana kot nenormalno metabolno stanje, pri katerem običajne koncentracije inzuline ne morejo sprožiti normalnega fiziološkega odziva v ciljnih tkivih (Kahn, 1978, cit. po Hoffman, 2013). Bolj natančno, mišične celice, celice v maščobnih tkivih in jetrih, ki postanejo rezistentne na inzulin, potrebujejo za stimulacijo vnosa glukoze višjo koncentracijo razpoložljivega inzulina. Več raziskav na različnih živalih in pri ljudeh je pokazalo, da je z inzulinsko rezistenco povezano zlasti prehranjevanje s hrano oz. krmo, bogato z enostavnimi sladkorji (Storlien in sod., 2000, Bessesen, 2001, vsi cit. po Hoffman, 2013), pri konjih pa tudi običajna praksa krmljenja z žiti z visokim GI in obiljem škroba (pogosto tudi v prevelikih količinah).

Tipične značilnosti konj z diabetesom so, da hitro in enostavno pridobivajo telesno maso, so skoraj vedno predebeli, z neobičajnimi zaplatami maščobnega tkiva predvsem na vratu, kjer je rastišče grive, ter v okolici korena repa (Kellon, 2008).

Najboljša preventiva za preprečevanje diabetesa je redna telesna aktivnost, ki hitro in dobro izboljša bolezensko stanje. Vendar pa redna aktivnost ni vedno rešitev, zato je pri nekaterih konjih, obolelih za diabetesom, potrebno uvesti tudi dieto z majhnimi količinami ali celo brez močnih krmil, oz. krmljenje s krmo, ki vsebuje zelo nizke količine škroba.

Tako krmljenje je potrebno, dokler konj ne doseže normalne telesne mase, izgubi maščobne zaplate in je v dobri telesni kondiciji.

Diabetes so dolgo povezovali s cushingovim sindromom pri konjih, obstajalo pa je tudi prepričanje, da diabetes kot samostojno obolenje pri konjih sploh ne obstaja. Šele kasneje so povezali, da je laminitis lahko le posledica diabetesa.

7.3 NEDELJSKA BOLEZEN

Obolenje je v angleško govorečih območjih poznano kot »Tying-Up« ali »Monday morning disease«. Termina »nedeljska bolezen« in »Monday morning disease« izhajata iz zgodovine, ko so delovni kmečki konji ob nedeljah imeli počitek, najpogosteje v hlevu, da pa bi se spočili za ponedeljek in nov delovni teden, in so jim v krmno korito nasuli velike količine žita (navadno ovsa ali ječmena). Naslednji dan so se pojavili simptomi zakrčenih, otrdelih in na otip bolečih mišic predvsem zadnjega dela konja (velikih ritnih in stegenskih mišic ter hrbta), izdatno potenje, konji se niso mogli premakniti, urin pa je bil rdeče do temno rjave barve (telo izloči iz krvnega obtoka v urin mioglobina iz raztrganih mišičnih celic). Pri pregledu krvi, je mogoče izmeriti zelo povišane vrednosti mišičnih encimov, ki se sprostijo ob poškodbi in razkroju mišičnih celic (King, 2001).

Danes vemo, da je to obolenje v tehničnem smislu Equine Rhabdomyolysis Syndrome (ERS) ali Polysaccharide Storage Syndrome (PSSM). Pri obeh so simptomi identični, vendar pa so vzroki za pojav enega ali drugega obolenja različni.

Pri ERS pride do raztrganin mišičnih celic, s tem pa se njihova vsebina izlije v krvni obtok. Menijo, da do tega pride zaradi neravnovesja kalcija v celicah, vendar vzrok ni popolnoma poznan in raziskan. Po drugi strani pa je vzrok za PSSM neobičajno nalaganje glikogena v polisaharidno obliko skladiščenja glukoze, ki se nalaga v mišicah in služi kot gorivo za mišično krčenje (Kohnke, 1998).

Vzrok za PSSM naj bi bil genetsko pogojen in bolj vezan na nekatere, točno določene pasme konj, medtem ko so vzroki za ERS v prehrani in niso gensko pogojeni.

Obolenje je najpogostejše pri konjih, ki intenzivno trenirajo dan po prostem dnevu, krmljeni pa so z visoko koncentriranimi obroki, možnost obolenja pa še poveča hladno vlažno ozračje in pomanjkanje primerne ogrevanja pred naporom. Vendar pa so nekateri konji vseeno bolj nagnjeni k obolevanju kot drugi. V prvi vrsti so to kobile, še posebej, če so nemirnega ali nervoznega značaja.

Najpogostejše obolijo konji v začetni fazi treninga, vendar so obolenja (predvsem pri kobilah) pogosta tudi kasneje, še posebno v času dirkanja, v času gonitve, ko je prisotna hormonalna nestabilnost, ter v poletnih mesecih (kar nekateri povezujejo z intenzivnejšim delovanjem prej omenjenega reproduktivnega sistema). Vzrok je lahko tudi dehidracija in s tem povezano neravnovesje elektrolitov (Billings, 2014).

Prvi znak je mišična otrdelost, ki pa je lahko različna, od blage do hude (resne) otrdelosti. Razlika med ERS in PSSM je v tej fazi v tem, da se otrdelost pri PSSM pojavi na začetku samega treninga, lahko tudi že v času ogrevanja, pri ERS pa do mišične otrdelosti pride šele proti koncu treninga, včasih tudi še vse do 2 uri po treningu (Walton, 2014).

Do ERS obolenja lahko včasih pride tudi, če je konj treniran pod ravno svoje siceršnje telesne pripravljenosti, ki se lahko pokaže kot boleč hrbet ali pa blaga šepavost (Walton, 2014) in ne samo pri pretreniranju ali obremenitvi nad trenutno telesno pripravljenostjo.

Čeprav morda krma ni vedno vzrok za nastanek ERS, je za preprečitev nadaljnjih obolenj vsekakor najboljši ukrep odvzem ali vsaj zmanjšanje obroka močnih krmil, dokler se stanje ne stabilizira. Pri konjih, obolelih za PSSM, pa je potrebno iz obrokov izločiti škrob.

7.4 GASTRIČNI ULKUSI OZ. RAZJEDE NA ŽELODČNI SLUZNICI

Termin gastrični ulkus oz. čir, razjeda na želodcu oz. Equine Gastric Ulcer Syndrome (EGUS), opisuje težave izpostavljenosti razjed oz. erozije na želodčni sluznici, želodčni kislini, katero proizvaja želodec za namen prebave. Obolenje ni vezano na pasmo niti na starost konja, so pa bolj izpostavljeni tekmovalni konji, konji z neurejeno prehrano in pa tudi žrebeta (Gore in sod., 2008).

Kislina lahko povzroči poškodbe želodčne sluznice v različnih intenzivnostih, ki jih veterinar ovrednoti po lestvici za ocenitev resnosti obolenja od vnetja pa vse do razjed, ki lahko pokrivajo tudi do 80 % površine želodca.

Pri konju je želodec prilagojen na konstantno doziranje oz. vnos z vlaknino bogate voluminozne krme, zaradi česar konstantno izloča kislino, za razliko od ljudi, pri katerih se želodčna kislina izloči le ob prisotnosti hrane oz. ob misli na hrano. Če je torej konj brez bodisi voluminozne krme bodisi krme nasploh, je izpostavljen vplivom želodčne kisline, ki se tvori kljub izostanku krme. Ravno zato se priporoča - predvsem za konje, ki so stalno vhlavljeni - da imajo ves čas na razpolago kvalitetno seno, krmljenje z močnimi krmili pa je razdeljeno v manjše obroke tekom celotnega dne (Luthersson in Nadeau, 2013).

Del problema predstavlja tudi dejstvo, da v prvem, nežleznem delu želodca zaradi visokega pH poteka mikroba fermentacija predvsem lahko dostopnih sladkorjev in škroba ter tudi nekaterih beljakovin. Nastajajo produkti: hlapne maščobne kisline (ocetna, propionska in maslena) in mlečna kislina ter plini (CO_2 , H_2 , NH_3), tudi amini.

Prevelik obrok koncentrirane krme hitro napolni želodec, ob tem izločanje želodčnih sokov ne sledi polnjenju, zato potek prebave v želodcu ni normalen in krma se ne prebavlja dovolj dobro, ampak prekomerno fermentira. Pri fermentaciji koncentratov pa nastaja mlečna kislina (preglednica 3). Prekomerna tvorba mlečne kisline je nezaželena, saj iritira želodčno sluznico, povzroča ulkuse in v nadaljevanju poleg povzročanja razjed v črevesju uničuje črevesno floro.

Preglednica 3: Koncentracija hlapnih maščobnih kislin v želodcu 3-8 ur po zaužitju obroka v odvisnosti od vrste zaužite krme (mmol/l) (Mayer in Coenen, 2014)

		Močna krma	Seno
Želodec	Hlapne maščobne kisline	6-7	14
	Mlečna kislina	7-32	3

Vendarle pa vsi konji niso enako izpostavljeni obolevanju za ulkusi. Bolj izpostavljeni so konji, ki imajo omejen vnos voluminozne krme. Med najpogostejšimi so tu galoperji, bodisi zaradi pregrevanja njihovih prebavil v posledici pregrevanja telesa pri visoki intenzivnosti njihovih treningov in tekmovanj, zaradi omejevanja krmljenja z vlaknino bogate krme, ker še vedno obstoji (zmotno) prepričanje, da se bo s tem zmanjšala količina neprebavljene voluminozne krme v debelem črevesju, ali pa zaradi zmanjšane zauživanja druge, zlasti voluminozne krme; koncentriran obrok je bogat z močno krmo ter posledično tudi z ogljikovimi hidrati, kar vpliva na zmanjšanje apetita za zauživanje dodatnih količin vlaknin.

Poleg krme pa je povzročitelj oz. vsaj poveča verjetnost nastanka ulkusov tudi način gibanja. Konji, ki skačejo, predvsem pa tisti, ki galopirajo, so bolj izpostavljeni ulkusom, saj pritisk, ki se pri tem načinu gibanja vrši na sprednji del telesa, potiska želodčno kislino višje po želodcu, na mesta, kjer je želodčna sluznica še posebej občutljiva. Poleg galoperjev, ki so zaradi načina gibanja, hkrati pa tudi stresnega načina življenja najbolj izpostavljeni, so zaradi konjem nespecifične telesne aktivnosti prizadeti tudi konji za preskakovanje ovir, od ostalih kategorij konj pa tudi žrebeta (Gore in sod., 2008).

Diagnozo ulkusov težko postavimo brez gastroskopije, endoskopskega pregleda želodca, so pa običajni nekateri simptomi, ki lahko v veliki meri nakazujejo obolenje. Najprej se navadno zmanjša konzumacija krme, konj začne izgubljati na telesni masi, dlaka izgubi sijaj, konji spremenijo obnašanje, pogosto so nemirno, odklanjajo zauživanje ovsa, močan pritisk v predelu podsedelnega pasu je konju neprijeten, nekateri pa začno iz koncentriranih obrokov sami izločati zrna ovsa.

Prvi ukrep pri preprečevanju ulkusov je zmanjšanje žitaric v obroku ter krmljenje krme z nizko vsebnostjo ogljikovih hidratov, ter konstantna razpoložljivost voluminozne krme. Obnese se tudi obdelovanje žit (stiskanje, valjanje...). Pri resnejših primerih je potrebno zdravljenje, pozneje pa reden nadzor in preprečevanje novih obolenj.

8 POVZETEK

Namen diplomskega dela je bil pregledati razpoložljivo literaturo in opisati problem oskrbe z ogljikovimi hidrati pri galoperjih.

Za sprejemanje pravih in učinkovitih odločitev glede prehrane galoperja je nujno potrebno poznati osnovne fiziologije dirkanja. Le razumevanje tega, kaj in kako se v konjevem telesu dogaja med naporom nam namreč omogoči pravilno zadoščanje energijskih potreb galoperja.

Poznavanje konjevih prebavil, prebavnega trakta ter procesov v organizmu pa nam omogoči krmljenje brez neželenih posledic, ki bi pravilno krmljenje izničile.

Zaradi izpostavljenosti velikim obremenitvam v treningu in v dirkah mora biti krmljenje galoperja skrbno načrtovano od prvega dne treninga praktično v enaki meri kot sam trening. Energetsko najprimernejša koncentrirana krma galoperja so zagotovo ogljikovi hidrati z visoko vsebnostjo škroba ter visokim glikemičnim indeksom, pri čemer pa je enako pomemben tudi režim krmljenja pred in po obremenitvi ter »loading«, s katerim napolnimo glikogenske rezerve, da je energija na razpolago v vseh, tudi zadnjih fazah dirke.

Vendar je čas krmljenja ter glikemična ter inzulinska odzivnost bistvenega pomena, predvsem s časovne plati. Saj pri časovno neusklajenim krmljenju, lahko dosežemo ravno nasproten učinek.

S pravih in doslednim krmljenjem energetsko bogate krme konju na naraven, dovoljen in povsem neškodljiv način povečamo zmogljivost.

Ker pa so potrebe atletskega konja izredno velike in je zaradi njegove fiziologije težko pokriti potrebe po energiji se velikokrat uporablja obdelava krme, s čemer se dostopnost ter prebavljivost predvsem škroba poveča.

Poleg škroba, kot bogat vir energije veljajo tudi maščobe. Čeprav se mišične celice raje poslužujejo glikogena, ob pomankanju in ko je dotok glukoze v mišične celice prepočasen, da bi zadovoljil energijske potrebe, pa se mišični metabolizem preusmeri na izogrevanje maščob, shranjenih okoli mišičnih celic. Vendar pa je potrebna vsaj 3 minutna intenzivna obremenitev, preden maščobe postanejo razpoložljiv vir energije. Večina galopskih dirk, pa se zaključi pod 3 minutami. Torej maščobe kot energetski vir niso najbolj uporabne.

Vendar pa prehrana z visoko vsebnostjo škroba oz. lahko dostopnih ogljikovih hidratov nima le prednosti, ampak lahko prinaša tudi določene slabosti in nevarnosti, ki se, če pri krmljenju ne upoštevamo določenih spoznanj in pravil, kažejo v različnih zdravstvenih težavah, katerim so v določenih primerih galoperji izpostavljeni bolj kot pa druge pasme ali konji, ki nastopajo v drugih konjeniških disciplinah.

Iz tega lahko sklepamo, da je za atletske uspešnost poleg treninga bistvenega pomena tudi skrbno izbran in načrtovani prehranski režim. Na žalost določena pravila krmljenja pri konjih še niso dovolj raziskana, a lahko o pravilih krmljenja in odzivnosti nanj sklepamo iz prehrane vrhunskih športnikov - atletov.

9 VIRI

- Andrews J.L., Sedlock D.A., Flynn M.G., Navalta J.W., Ji H. 2003. Carbohydrate loading and supplementation in endurance-trained women runners. *Journal of applied physiology*, 95, 2: 584-590
- Back W., Clayton H. 2013. *Equine locomotion*. 2. izdaja. Edinburgh, Elsevier Ltd: 528 str.
- Bean A. 2009. *The complete guide to sports nutrition*. 6. izdaja. London, A & C Black Publishers Ltd: 296 str.
- Billings A. 2014. *Skeletal muscle*. V: *Equine clinical pathology*. Requel M.W. (ur.). New York, John Wiley & Sons, Inc.: 153-179
- Budiansky S. 1997. *The nature of horses*. New York, The free press: 287 str.
- Cook W.R. 1974. Epistaxis in the racehorse. *Equine veterinary journal*, 6, 2: 45-58
- Condry H. 1985. *Encyclopedia of the horse*. London, Peerage Books: 256 str.
- Ellis A.D., Hill J. 2005. *Nutritional physiology of the horse*. Nottingham, Nottingham University Press: 372 str.
- Frape D. 2010. *Equine nutrition and feeding*. 3. izdaja. Oxford, John Wiley & Sons Ltd: 498 str.
- Geor R.J., Harris A.P. 2013. *Laminitis*. V: *Equine applied and clinical nutrition*. Geor R.J., Harris P.A., Coenen M. (ur.). Edinburgh, Elsevier Ltd.: 469-486
- Gore T., Gore P., Giffin M.J. 2008. *Horse owner's veterinary handbook*, 3. izdaja, New Jersey, Howell Book House: 720 str.
- Greely M., Condry H., Mackay-Smith A., Hartley E. 1985. *Encyclopedia of the horse*. London, Peerage Books: 256 str.
- Havemann L., West S.J., Goedecke J.H., Macdonald I.A., St. Clair Gibson A., Noakes T.D., Lambert E.V. 2006. Fat adaptation followed by carbohydrate loading compromises high-intensity sprint performance. *Journal of applied physiology*, 100, 1: 194-202
- Henson F.M.D. 2009. *Equine back pathology, diagnosis and treatment*. Oxford, Wiley-Blackwell: 280 str.
- Higgins G.M.S. 2012. *Anatomija konja temelj uspešnosti*. Ljubljana, Tehniška založba Slovenije: 151 str.

- Hinckley K.A., Henderson I.W. 1996. The epidemiology of equine laminitis in the UK
V: Proceedings of the 35th congress of the British Equine Veterinary Association,
Warwick, British Equine Veterinary Association: 62-63
- Hoffman R.M., 2013. Carbohydrates. V: Equine applied and clinical nutrition. Reymond
J.G., Harris P.A., Coenen M. (ur.). Edinburgh, Elsevier Ltd.: 156-166
- Ivers T. 1999. The complete guide to claiming thoroughbreds. Neenah, The Russell
Meerdink Company Ltd.: 266 str.
- Ivers T. 2002. Optimized nutrition for the athletic horse. Washougal, ERS Press a division
of Equine Racing Systems, Inc.: 104 str.
- Ivers T. 2003. The fit racehorse II. Washougal, ERS Press a division of Equine Racing
Systems, Inc.: 638 str.
- Jansen W.L., Van der Kuilen J., Geelen S.N.J., Beyne A.C. 2000. The effect of replacing
nonstructural carbohydrates with soybean oil on the digestibility of fibre in trotting.
Equine veterinary journal, 32, 1: 27-30
- Julliard V., De Fombelle A., Varloud M. 2006. Starch digestion in horses: The impact of
feed procesing. Livestock Science, 100, 1: 44-52
- Jurkovič J. 1983. Konjereja. Ljubljana, ČZP Kmečki glas: 204 str.
- Kellon E.M. 2008. Horse Journal, Guide to equine supplements and nutraceuticals.
Guilford, The Lyone Press: 290 str.
- King C. 2001. Tying up: Exertional rhabdomyolysis (ER). V: Equine lameness. Mansmann
R.A. (ur.) Tayler, Equine Research inc.: 357-368
- Kohnke J. 1998. Feeding and nutrition of horses the making of a Champion. Parramatta,
Vetsearch International Pty. Ltd.: 260 str.
- Loving N.S. 2006. All horse systems go. 1. izdaja. N. Pomfret, Trafalgar Square Books:
616 str.
- Luthersson N., Nadeau A. 2013. Gastric ulceration. V: Equine applied and clinical
nutrition. Geor R.J., Harris P.A., Coenen M. (ur.). Edinburgh, Elsevier Ltd.: 558-566
- Manore M.M. 2002. Carbohydrate: friend or foe? Part II. Dietary carbohydrate and
changes in blood glucose. ACSM's Health and Fitness Journal, 6, 3: 26-29
- Mayer H., Coenen M. 2014. Pferdefütterung. Stuttgart, Enke Verlag: 332 str.

- Marlin D., Nankervis K.J. 2002. Equine exercise physiology. 1. izdaja. Oxford, Blackwell Publishing: 304 str.
- Mitchell F. 2004. Racehorse breeding theories. Neenah, The Russel Meerdink Company Ltd.: 325 str.
- NRC (National Research Council). 2007. Nutrient requirements of horses. 6. izdaja. Washington, The national academies press: 360 str.
- Nelson D.L, Cox M.M. 2005. Lehninger principles of biochemistry. 4. izdaja. New York, W.H. Freeman and Company: 1100 str.
- Nielsen B.D. 2013. Practical considerations for feeding racehorses. V: Equine applied and clinical nutrition. Geor J.R., Harris P.A., Coenen M. (ur.) Edinburgh, Elsevier: 261-269
- Pagan J.D. 2005. Advances in equine nutrition III. Nottingham, Kentucky Equine Research Inc.: 503 str.
- Pagan J.D., Harris P.A. 1999. The effects of timing an amount of forage and grain on exercise response in thoroughbred horses. Equine exercise psysiology 5. Equine veterinary Journal, Supplement, 30: 451-457
- Pagan J.D., Geor R.J. 2001. Advances in equine nutrition II. Nottingham, Nottingham University Press: 558 str.
- Pring P. 1977. Analysis of champion racehorses. Sydney, The Thoroughbred Press: 687 str.
- Rogers E., Wilcox G.J. 2005. Horseman's veterinary encyclopedia. Guilford, The Lyons Press: 700 str.
- Rosset W.M. 2012. Equine nutrition. INRA. Wageningen, Wageningen Academic Publishers: 691 str.
- Russell V. 1998. Thoroughbred. V: The complete book of the horse. Davidson B. London, Reed Consumer Books Limited: 126-128
- Treiber K.H., Kronfeld D.S., Geor. R.J. 2006. Insulin resistance in equids: possible role in laminitis. The Journal of Nutrition, 136, 7: 136
- Volek J.S., Noakes T., Phinney S.D. 2014. Rethinking fat as a fuel for endurance exercise. European Journal of Sport Science, 15, 1: 13-20
- Wagoner D.M. 2003. Feeding to win. Tayler, Equine Research, Inc.: 530 str.

Prunk Ž. Problemi oskrbe z ogljikovimi hidrati pri galoperjih.

Dipl. delo. Ljubljana, Univ. v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko, 2016

Wolff J. 1986. "The law of bone remodeling". Berlin, Springer: 126 str.

Walton M.R. 2014. Equine clinical pathology. New York, John Wiley & Sons, Inc.: 296 str.

ZAHVALA

Mentorju prof. Janezu Salobirju se zahvaljujem za potrpežljivost, strokovnost ter podporo tekom pisanja naloge.

Zahvalila bi se tudi referentki Sabini Knehtl, za izjemno skrb, potrpežljivost in pomoč tekom študija.

Zahvala gre mojim skrbnim staršem in prijateljem za podporo in pomoč pri pisanju diplomske naloge.

Posebej bi se zahvalila mojemu partnerju Borutu, ki ni odnehal in mi je vlival voljo, pomagal ter me spodbujal pri dokončanju diplomske naloge, kot tudi skozi celotno študijsko obdobje.

Zahvala tudi mojim otrokom, Valu in Umi, ki sta potrpežljivo prenašala moj študij in pripravo diplomskega dela.

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA ZOOTEHNIKO

Živa PRUNK

**PROBLEMI OSKRBE Z OGLJIKOVIMI HIDRATI
PRI GALOPERJIH**

Univerzitetni študij

Ljubljana, 2016