

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra mikrobiologie, výživy a dietetiky



Tuky ve výživě sportovních koní

Bakalářská práce

Autor práce: Zuzana Bubnová

Vedoucí práce: doc. Ing. Boris Hučko, CSc.

© 2014 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Tuky ve výživě sportovních koní" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne

9.4.2014

Poděkování

Děkuji panu docentu Ing. Borisu Hučkovi, CSc. za odborné vedení, konzultace, cenné připomínky, korektury odborných informací a trpělivost při zpracování této bakalářské práce. Dále bych ráda poděkovala rodině, mamince, babičce a příteli za trpělivost a podporu při psaní této bakalářské práce.

Tuky ve výživě sportovních koní

Souhrn

Tuky a oleje patří do velké skupiny organických sloučenin, které se vyznačují špatnou rozpustností ve vodě. Mezi tyto sloučeniny patří především mastné kyseliny, triacylglyceroly, fosfolipidy a cholesteroly. Právě mastné kyseliny jsou základní stavební jednotkou lipidů. Rozdělují se na nasycené (SFA) a nenasycené, které se dále dělí na mononenasycené (MUFA) a polynenasycené (PUFA) mastné kyseliny. Kyselina α -linolenová, která patří do rodiny PUFA n-3 a kyselina linolová, která patří do rodiny PUFA n-6, jsou pro savce esenciálními mastnými kyselinami. Savci si je tedy neumí sami syntetizovat.

PUFA především n-3 se vyznačují pozitivním působením na organismus koně. Pokud je kůň sportovně využíván, není jejich příjem pro pokrytí potřeby dostatečný, a pak se projevují především účinky PUFA n-6, jejichž nadbytek je v jaderném krmivu. N-3 se naopak vyskytují v převaze v seně, lněném a rybím oleji. V ostatních olejích je poměr zastoupení vyrovnaný či opačný.

Hlavní význam tuků ve výživě koní však spočívá v energetickém zásobení koně. Tuky jsou totiž největším zdrojem energie. Je však důležité prozkoumat schopnost trávení tuků a jejich stravitelnost. Některé prameny uvádějí, že vyšší obsah tuků může zhoršit stravitelnost a jiné zase říkají, že jsou tuky vysoce stravitelné.

Trávení koní je založeno na kontinuálním příjmu potravy a to především vlákniny. Anatomie jejich trávicího systému jim dovoluje zpracovávat velké množství krmiva, a to po dlouhou dobu. Trávicí systém koně se totiž vyznačuje malým žaludkem a potrava proto musí mít dostatek času se posouvat do dalších částí trávicího traktu. Trávení tuků probíhá v tenkém střevě – v duodenu. Pomocí žluče zde dochází k vytvoření emulze a dochází k enzymatickému štěpení lipidů na povrchu emulzifikovaných tukových kapének. Tento komplex je posléze transportován do jater kde dochází k metabolismu lipoproteinů a zásobení organismu tukem.

Koním se jako býložravcům doporučuje přidávat rostlinné zdroje tuku, protože živočišné špatně přijímají a mohou jim způsobovat trávicí potíže. Množství tuku přidávaného do krmné dávky je velmi variabilní a závisí na množství energie, které je nutno dodat. Metabolismus tuku je však pomalejší, než u sacharidů, proto se účinek jejich působení dostaví mnohem později, doporučuje se proto podávat koním, kteří se trénují pro vytrvalostní druh práce.

Klíčová slova: tuky; výživa koní; sportovní koně; mastné kyseliny, trávení

Fats in the diet of sport horses

Summary

Fats and oils belong to a large group of organic compounds, which are characterized by poor solubility in water. Among the compounds of fat include especially fatty acids, triglycerides, phospholipids and cholesterol. The fatty acids are the basic building unit of lipids. They are divided into saturated (SFA) and unsaturated, which are further divided into monounsaturated (MUFA) and polyunsaturated (PUFA) fatty acids. α -linolenic acid, which belongs to the family of n-3 PUFA, and linoleic acid, which belongs to the family of n-6 PUFAs are essential fatty acids for mammalian. Therefore mammals can't synthesize these fatty acids by themselves.

PUFAs and especially n-3 have a positive effect on the system of the horse. If the horse is used in sport, their intake is not sufficient to cover the needs, and then the effects of n-6 PUFA manifested primarily, which is in excess in kernel feed. N-3, by contrast, occurs in the majority in the hay, linseed and fish oils. In other oils is ratio of representation balanced or the opposite.

The main importance of fat in the horse diet lies in the power supply of horses. Fat is the largest source of energy. However, it is important to examine the ability of fat digestion and its digestibility. Some sources indicate that higher amount of fat may impair digestion and others say that fats are highly digestible.

Digestion of horses is based on a continuous food intake, especially fiber. The anatomy of their digestive system allows them to process large quantities of feed for a long time. The digestive system of horse is characterized by a small stomach so food must therefore have enough time to move to other parts of the gastrointestinal tract. Fat digestion occurs in the small intestine - duodenum. Using bile, an emulsion is creating here and bile also causes enzymatic cleavage of the lipid on the surface of the emulsified fat globules. This complex is then transported to the liver, where a lipoprotein metabolism occurs and fat supply the body.

Horses as herbivores are recommended to add vegetable sources of fat, because the animal fats are not well accepted and can cause digestive problems. The amount of fat added to the diet is highly variable and depends on the amount of energy, which must be supplied. Lipid metabolism is slower than the carbohydrates metabolism, so the effect of their impact

arrives much later. It is recommended to submit it to the horses, which are training for endurance type of work.

Keywords: lipids, horses nutrition, sport horses, fatty acids, digestion

Obsah

1 Úvod	9
2 Cíl práce	10
3 Přehled literatury	11
3.1 Tuky	11
3.1.1 Chemické složení tuků	11
3.1.2 Mastné kyseliny	11
3.1.3 Triacylglyceroly	13
3.1.4 Fosfolipidy	14
3.1.5 Cholesterol	14
3.1.6 Nenasycené mastné kyseliny	15
3.1.7 Rodina n-3	15
3.1.8 Rodina n-6	18
3.1.9 Rodina n-9	19
3.2 Získávání oleje	20
3.2.1 Lisování a extrakce	20
3.2.2 Rafinace.....	20
3.3 Význam tuků ve výživě koní	21
3.4 Zdroje tuku	22
3.4.1 Krmiva	22
3.4.2 Oleje	23
3.5 Trávení u koní	28
3.5.1 Anatomie tenkého střeva	29
3.5.2 Trávení tuků	29
3.5.3 Resorpce	32
3.5.4 Metabolismus lipidů	33
3.6 Tuk v krmné dávce	35
3.7 Využití tuků u koní	36
3.7.1 Energie	36
3.7.2 Metabolické poruchy	38
4 Závěr	41
5 Seznam literatury	42

1 Úvod

V poslední době je ve výživě sportovních koní často skloňována podstata tuku v krmné dávce sportovního koně. Tuk je pro koně zdrojem energie, ale dalším zdrojem jsou pro něj také sacharidy. Sacharidy jsou velmi oblíbeným krmivem, pro některé koně však nemusí být tím pravým zdrojem energie. Sportovní kůň vydává v zátěži velké množství energie, proto je potřeba ji doplňovat krmnou dávkou, která je na ni bohatá. Pokud ale doplníme vydanou energii převážně sacharidovými krmivy, koním to nemusí vyhovovat a pak může docházet k metabolickým poruchám, které se projevují poškozením svalů či nástupem laminitidy. Tuky však nemusíme chápat jen jako energii v krmné dávce, ale také jako zdroj esenciálních mastných kyselin, některých vitamínů a provitaminů. Přítomnost nenasycených mastných kyselin v jednotlivých olejích je však rozdílná. Proto musíme uvážit, za jakým účelem a kolik tuku chceme krmit.

2 Cíl práce

Cílem této práce je shromáždění české a zahraniční literatury o problematice tuků ve výživě sportovních koní. Uvedení obecné charakteristiky tuků, vlastností nenasycených mastných kyselin a jejich pozitivní působení na organismus koně. Trávení tuků a jejich využití jako energetického krmiva, či jako alternativního zdroje energie.

3 Přehled literatury

3.1 Tuky

3.1.1 Chemické složení tuků

Tuky, oleje a lipidy zahrnují velké množství organických sloučenin, včetně mastných kyselin, monoacylglycerolů, diacylglycerolů, triacylglycerolů, fosfolipidů, eicosanoidů, docosanoidů, sterolů a sterolových esterů, karotenoidů, vitamínu A a E, mastných alkoholů, uhlovodíků a voskových esterů. (FAO, 2010)

Velíšek uvádí, že lipidy jsou heterogenní skupina látek, jejichž společnou vlastností je špatná rozpustnost ve vodě. Rozdělujeme je na homolipidy, heterolipidy a komplexní lipidy. Homolipidy jsou sloučeniny mastných kyselin a alkoholů. Dělí se dále podle struktury vázaného alkoholu. Tím je v přírodních lipidech převážně glycerol. Ten obsahuje v molekule tři hydroxylové skupiny. Na každou hydroxylovou skupinu se může vázat jedna mastná kyselina. Na jeden glycerol jsou zpravidla vázány tři mastné kyseliny. Mezi tyto jednoduché lipidy řadíme tuky a oleje. (Velíšek, 2002)

Heterolipidy obsahují kromě mastných kyselin a alkoholu ještě další kovalentně vázané sloučeniny, např. kyselina fosforečná je vázána ve fosfolipidech nebo D-galaktosa v některých glykolipidech. (Velíšek, 2002)

V komplexních lipidech jsou přítomny jak homolipidy, tak i heterolipidy, ale kromě kovalentních vazeb jsou některé složky vázány různými fyzikálními vazbami, např. vodíkovými nebo hydrofobními interakcemi. Tyto lipidy jsou obrovské molekuly, kde jsou na lipidovou složku vázány bílkoviny, složité cukry nebo jiné látky. (Meyer and Coenen, 2003)

3.1.2 Mastné kyseliny

Mastné kyseliny jsou základní stavební jednotkou lipidů. Skládají se z uhlíku, vodíku a kyslíku. Atomy uhlíku tvoří rovný řetězec. Kyslík je soustředěn na krajním uhlíku, s nímž tvoří skupinu zvanou karboxyl. Ten dodává mastné kyselině její kyselé vlastnosti a umožňuje její vazbu na glycerol. Většina mastných kyselin má amfipatickou strukturu, což znamená, že tvoří hydrofobní část – uhlíkový řetězec a hydrofilní část – karboxylová skupina (R-COOH).

(Holeček, 2006). Podle délky řetězce jsou mastné kyseliny dále klasifikovány jako krátké, střední, dlouhé a velmi dlouhé. Mastné kyseliny s krátkým řetězcem mají 3-7 uhlíkových atomů. Středně dlouhé mastné kyseliny mají 8-13 atomů uhlíku. Dlouhé mastné kyseliny mají 14-20 atomů uhlíku a velmi dlouhé mastné kyseliny mají v řetězci 21 a více uhlíkových atomů. (FAO, 2010)

Mastné kyseliny se rozdělují na nasycené a nenasycené, které mají v molekule dvojnou vazbu. Pokud je přítomna dvojná vazba, může se mastná kyselina vyskytovat ve dvou stereoizomerech – *cis a trans*. V *cis*-kyselinách jsou oba atomy vodíku a dvojná vazba v poloze sobě bližší, v *trans*-kyselinách se nacházejí na opačných polohách. Tento nepatrný rozdíl se projeví ve tvaru uhlovodíkového řetězce a následně ve fyzikálně-chemických vlastnostech a funkci struktur, ve kterých se mastné kyseliny vyskytují. Může být ovlivněna fluidita membrán, funkce receptorů a aktivita enzymů. (Holeček, 2006)

V přírodě se vyskytují téměř výhradně *cis*-nenasycené mastné kyseliny. *Trans*-kyseliny se přirozeně vyskytují mikroorganismech, v semenech některých rostlin. (Holeček, 2006)

Nejčastější dietní mastné kyseliny se rozdělují do tří zjevných tříd podle stupně nasycenosti. Nasycené (SFA - saturated fatty acid) nemají žádnou dvojnou vazbu. Mononenasycené mastné kyseliny (MUFA – monounsaturated fatty acid) mají jednu dvojnou vazbu a polynenasycené mastné kyseliny (PUFA – polyunsaturated fatty acid) mají dvě a více dvojných vazeb. Obvykle mají tyto mastné kyseliny sudý počet atomů uhlíku a nemají větvenou strukturu. (FAO, 2010) PUFA zahrnují především esenciální mastné kyseliny. Významnou je například kyselina linolová se dvěma dvojnými vazbami. V rybích olejích jsou dokonce zastoupeny mastné kyseliny s pěti a šesti dvojnými vazbami.

Tabulka 1 - Vybrané SFA, MUFA a příklady jejich zdrojů

Triviální název	Systematický název	Zkratka	Nasycenost	Zdroj
laurová	dodekanová	C12:0	SFA	kokosový olej, palmový olej
myristová	tetradecanová	C14:0	SFA	kokosový olej, palmový olej
palmitová	hexadekanová	C16:0	SFA	většina tuků a olejů
stearová	oktadekanová	C18:0	SFA	většina tuků a olejů
arachidová	eicosanoidová	C20:0	SFA	arašídový olej
behenová	docosanoidová	C22:0	SFA	arašídový olej
lignocerová	tetracosanoiková	C24:0	SFA	arašídový olej
palmitová	cis-9-hexadekanová	16:1 Δ 9 (9c-16:1)	MUFA	rybí oleje, macadamiový olej, většina tuků a rostlinných olejů
olejová	cis-9-oktodekanová	18:1 Δ 9 (9c-18:1)	MUFA	všechny tuky a oleje, zejména olivový olej, řepkový olej, slunečnicový olej, světlicový olej
eruková	cis-13-dokosenová	22:1 Δ 13c (13c-22:1)	MUFA	hořčicový olej, řepkový olej

(FAO, 2010)

Délka řetězce a nasycenost mastných kyselin ovlivňuje resorpci a využitelnost mastných kyselin v organismu. Mastné kyseliny s krátkým řetězcem přecházejí do portální krve a slouží jako rychlý zdroj energie a pro syntézu somatických lipidů v játrech. (Holeček, 2006)

3.1.3 Triacylglyceroly

Triacylglyceroly jsou estery, které vznikly reakcí mezi mastnou kyselinou a alkoholem. Jsou tvořené třemi molekulami mastných kyselin v kombinaci s jednou molekulou glycerolu. (Reece, 1998) Označují se také jako neutrální tuk, protože se jejich molekula jeví navenek jako neutrální. Hydrofobní charakter triacylglycerolů umožňuje skladovat v jednotce (objem, hmotnost) mnohem více energie, než by tomu bylo v případě volných mastných kyselin, jejichž amfipatická struktura vede k vytváření micel, nebo v

případě glykogenu, který pro svoji polární strukturu váže značné množství vody. (Holeček, 2006)

Triacylglyceroly jsou hlavní součástí lipoproteinů, zejména chylomiker a VLDL. Téměř všechny triacylglyceroly, které se nacházejí v organismu, jsou smíšené, to znamená, že jejich molekula obsahuje různé mastné kyseliny. (Holeček, 2006)

3.1.4 Fosfolipidy

Fosfolipidy představují pestrou skupinu sloučenin kyseliny fosforečné s glycerolem a dalšími látkami. Obvykle kromě toho obsahují glycerol, mastné kyseliny a dusíkatou bázi. (Reece, 1998) Hydrofilní část vytváří fosfátová skupina, která umožňuje vazbu s bílkovinami a rozpustnost fosfolipidů ve vodném prostředí. Řetězec mastných kyselin, který je hydrofobní, umožňuje vytvářet komplexy s apolárními sloučeninami. Díky tomu mají fosfolipidy nezastupitelnou úlohu ve stavbě buněčných membrán a lipoproteinů. Mezi fyziologicky nejvýznamnější fosfolipidy se řadí fosfatidylcholin, fosfatidylinositol, sfingomyelin, které jsou obsaženy v nervové tkáni, plazmogeny vyskytující se v kosterním svalu a nervové tkáni, fosfatidylsterin a fosfatidyletanolamin. (Holeček, 2006) Tromboplastin je další fosfolipid, který je zapojený do procesu srážení krve. (Reece, 1998)

3.1.5 Cholesterol

Cholesterol je lipidová látka odvozená od triacylglycerolů. Je to vysokomolekulární alkohol, jehož sterolové jádro je syntetizováno z degradačních produktů molekul mastných kyselin. V průměru 80 % veškerého cholesterolu vytvořeného v těle je v játrech konjugováno za vzniku žlučových kyselin, které se pak transportují do střeva, kde se zapojují do trávení. Cholesterol je rovněž důležitou stavební látkou buněčných stěn, (Reece, 1998) strukturálním komponentem lipoproteinů, prekurzorem steroidních hormonů a žlučových kyselin. Volný cholesterol (neesterifikovaný), je amfipatický, tudíž má hydroxylová skupina polární charakter. Esterifikovaný cholesterol je hydrofobní. Proto se esterifikovaný cholesterol nachází uvnitř lipoproteinových částic, zatímco volný se nachází na jejich povrchu. (Holeček, 2006)

3.1.6 Nenasycené mastné kyseliny

Nenasycené mastné kyseliny se klasifikují do dalších skupin podle polohy první dvojně vazby mezi atomy uhlíku. N-3 mastné kyseliny mají první dvojnou vazbu mezi třetím a čtvrtým atomem uhlíku. Příbuzné n-6 mastné kyseliny jsou ty, které mají první dvojnou vazbu mezi šestým a sedmým atomem uhlíku. N-9 mastné kyseliny mají první dvojnou vazbu mezi devátým a desátým atomem uhlíku. Alfa-linolenová a linolová kyselina jsou syntetizovány buňkami a dále používány při syntéze hormonů, eikosanoidů. N-6 mastné kyseliny jsou převedeny na kyselinu arachidonovou a n-3 na eikosapentatenovou (EPA) a decosahexanovou (DHA) kyselinu. Další výsledky biochemické modifikace v produkci eikosanoidů jako jsou prostaglandiny, prostacykliny a hormony štítné žlázy se používají tam, kde dojde k jejich vzniku, nedochází tedy k jejich transportu krví. (Dunnett, 2005)

Alfa-linolenová kyselina se ve vysokých koncentracích nachází ve lněném oleji a v rybím tuku. Kyselinu linolovou koně přirozeně získávají z obilí a ve vyšší koncentraci se vyskytuje například v sójovém oleji. Mezi monoenoové kyseliny rodiny n-9 patří hlavně kyselina olejová, ta se vyskytuje v olivovém oleji a dalších rostlinných olejích. (Dunnett, 2005)

3.1.7 Rodina n-3

Mastné kyseliny rodiny n-3 jsou odvozeny od α -linolenové kyseliny a k jejich významným členům patří EPA a DHA. (Pagan, 2005b)

Příznivý vliv n-3 mastných kyselin spočívá ve zlepšení motility spermií v chlazeném a mraženém spermatu. Toto zlepšení je vysvětlováno zvýšeným poměrem adokosahexanové k DHA kyselině (n-6 mastná kyselina). Specialisté na výživu také prokázali, že n-3 mastné kyseliny mají pozitivní vliv u březích klisen a jejich hříbat. Klisny přenášejí mastné kyseliny do mléka a tím je zprostředkují hříbatům. Vědci také studují vliv n-3 mastných kyselin na říjový cyklus klisen s možným ovlivněním reprodukční výkonnosti klisen. (Pagan, 2005b) Dále má n-3 mastná kyselina protizánětlivé účinky při zánětlivém onemocnění střev a její pozitivní vlastnosti se projevují také v souvislosti s imunitou, kardiovaskulárním onemocněním a astmatem (Calder, 2009). Neopomenutelný význam mají pro resorpci liposolubních vitamínů a pro syntézu eikosanoidů.

Tabulka 2 - mastné kyseliny rodiny n-3 a příklady jejich zdrojů

Triviální název	Systematický název	Zkratka	Zdroj
α -linolenová kyselina	cis-9,cis-12,cis-15- oktadekatrienová	18:3n-3	lněný olej, perilový olej, řepkový olej, sójový olej
stearidonová kyselina	cis-6,cis9,cis-12,cis-15-oktadekatetraenová	18:4n-3	rybí olej, geneticky obohacený sójový olej, olej z černého rybízu, konopný olej
eikosapentaenová kyselina	cis-5,cis-8,cis-11,cis-14,cis-17-eikosapentaenová	20:5n-3	ryby - losos, ančovičky, sleď, makrela
dokosapentaenová kyselina	cis-7,cis-10,cis-13,cis-16,cis-19-dokosapentaenová	22:5n-3	ryby - losos, ančovičky, sleď, makrela
dokosahexanová kyselina	cis-4,cis-7,cis-10,cis-13,cis-16,cis-19-dokosahexanová	22:6n-3	ryby - losos, ančovičky, sleď, makrela

(FAO, 2010)

Přepokládané prospěšné účinky n-3 mastných kyselin jsou z velké části způsobené díky přeměně EPA a DHA kyseliny na prostaglandin PG3. Avšak tato přeměna prekursoru α -linolenové kyseliny na EPA a DHA je poměrně neefektivní vzhledem k nízké aktivitě enzymu delta-6 desaturázy. U domácích zvířat může být n-3 užitečným doplňkem při léčbě onemocnění ledvin, revmatidní artritidy, kožních zánětlivých onemocnění, autoimunitních onemocnění a případně také rakoviny. Uvádí se, že krmení bohaté na α -linolenovou kyselinu

v podobě přidaného lněného oleje bylo užitečné při prevenci některých škodlivých účinků endotoxemie u koní. V poslední době se dvě studie nezávazně na sobě věnovaly studiu s použitím islandských poníků, kteří měli predispozici k opakovanému sezónnímu svědění. Bylo tedy zjištěno, že se doplněním lněného oleje do krmení zlepšil stav kůže. (Dunnett, 2005)

V humánní medicíně bylo prokázáno, že PUFA n-3 výrazně zlepšují nejrůznější parametry červených krvinek, jejich pružnost membrány, snižují viskozitu krve a snižují agregaci trombocytů. Navíc byl prokázán vliv na akceleraci trombotických procesů vlivem n-3. Při konzumaci kyselin EPA a DHA v množství asi 2-3 g/den dojde v jaterní tkáni ke snížení lipogeneze a následně ke snížení lipémie. Dieta obohacená právě o tyto kyseliny vedla k průkaznému poklesu obsahu neesterifikovaných mastných kyselin v krvi. Dokonce byl prokázán inhibiční vliv EPA a DHA na produkci LDL a na cholesterolémii. Rozšířená dieta o EPA a DHA v dávkách kolem 1g denně průkazně snižuje riziko fatálních koronárních onemocnění. Děje se tak stabilizací myokardu a sníženým rizikem arytmií. Tyto účinky PUFA n-3 je možné vysvětlit vlivem na fosfolipidovou složku membrány myocytů a to tak, že stabilizují ultrastruktury membrány. Přítomnost EPA a DHA se projeví jejich přednostním vázáním na fosfolipidové hlavice dvojvrstvy plazmatických membrán na úkor PUFA n-6. Stav membrány kardiocytů po delší dietě obohacené rybím olejem má všechny parametry vykazující zlepšení srdečních funkcí, dochází tedy ke zlepšení dříve zhoršených funkcí v důsledku ischemickohypoxické srdeční choroby. Navíc EPA významně snižuje koncentraci intracelulárního vápníku. (Mourek, 2007)

Byly zveřejněny práce, které potvrdily pozitivní účinky vůči diabetu, tedy pozitivní účinek na stav inzulínové rezistence. Příjem kyselin EPA a DHA vede ke zlepšení stavu glukózové tolerance, zlepšení stavu inzulínové rezistence včetně takových, jako je pokles glykémie a lipémie. Nedostatek DHA v plazmatických membránách buněk jater či svalů ovlivňuje příslušné receptory, transportní systémy a enzymy s příslušnými důsledky především v oblasti metabolismu glukózy. Zvýšený podíl, tedy porušení poměrů mezi monoenoovými a polyenovými MK nebo PUFA řady n-6/n-3, vede ke snížení citlivosti na inzulín. EPA ve vyšších dávkách také pozitivně ovlivňuje imunitní systém tím, že zkracuje dobu léčení zánětlivých procesů. Dokonce aplikace n-3 výrazně snižuje počet postchirurgických komplikací ve smyslu protizánětlivého působení. (Mourek, 2007)

Bylo prokázáno, že DHA potlačuje aktivitu T-lymfocytů. Porušení dostatečného přívodu esenciálních MK nebo dlouhodobé porušení poměru n-6/n-3 ve stravě nepříznivě ovlivní organismy ve smyslu možného vzniku alergického onemocnění. (Mourek, 2007)

3.1.8 Rodina n-6

Mezi n-6 mastné kyseliny patří kyselina linolová, γ -linolenová a také arachidonová. Díky kyselině linolové je organismus schopen syntetizovat i další polynenasycené kyseliny a z nich další biologicky vysoce účinné látky, především ze skupiny eikosanoidů. (Suchý et al., 2008) Eicosanoidy jsou účinnými regulátory životně důležitých tělesných funkcí, jako je krevní tlak, krevní srážlivost, imunitní a zánětlivé reakce. Lze tedy říci, že eicosanoidy syntetizované z n-6 mastných kyselin zvyšují zánětlivé procesy, srážení krve a zhoršují imunitní odpověď. Tyto mechanismy jsou však velmi složité. Fyzikální a funkční vlastnosti buněčných membrán jsou ovlivněny relativním složením mastných kyselin v membráně vázaných na fosfolipidy, jejichž složení může být změněno v závislosti na složení mastných kyselin v triacylglyceridů z potravy. Různé biochemické dráhy zapojené do produkce eikosanoidů využívají a tedy i soutěží o stejný enzym, takže například stupeň zánětu je ovlivněn relativním podílem n-6 a n-3 mastných kyselin přítomných v membránách. (Dunnett, 2005)

Obecně je tedy kyselina linolová důležitá pro celkový růst a vývoj organismu, reprodukční funkce a imunitní odpověď. Nedostatek kyseliny linolové způsobuje poruchy látkové výměny, zvýšení krevního cholesterolu a krevních lipoproteinů LDL. U mladých zvířat způsobuje snížení růstové schopnosti. Dochází k pomalejšímu hojení ran, poruchám zraku, poruchám chování a psychiky. (Suchý et al., 2008)

Nadbytek kyseliny linolové naopak způsobuje zvýšení hladiny eikosanoidů, zejména prostaglandinů a dochází k vážným patofyziologickým změnám v krevním oběhu (srážení krve, průtok krve apod.). (Suchý et al., 2008)

Kyselina arachidonová je důležitá pro obnovu epidermis, reprodukci a produkci. Její nedostatek vede k poruchám ve vývoji mozku a nervů, a to již v období gravidity. Proto je nutný její dostatečný přísun již u nastávajících matek. Kyselina arachidonová vzniká in vivo z kyseliny γ -linolové. Látky odvozené z této kyseliny mají velký význam ve vývoji embrya, reprodukci, v imunologických reakcích a ve vývoji kostí. (Suchý et al., 2008)

Tabulka 3 - Mastné kyseliny rodiny n-6 a příklady jejich zdrojů

Triviální název	Systematický název	Zkratka	Zdroj
linolová kyselina	cis-9,cis-12-oktadekadienová	18:2n-6	většina rostlinných olejů
γ -linolová kyselina	cis-6,cis-9,cis-12-oktadekatrienová	18:3n-6	pupalkový olej, olej ze semen černého oleje a brutnáku lékařského
arachidonová kyselina	cis-5,cis-8,cis-8,cis-11,cis-14-eikosatetraenová	20:4n-6	živočišné tuky, játra, vejce, ryby
dokosatetraenová kyselina	cis-7,cis-10,cis-13,cis-16-dokosatetraenová	22:4n-6	části živočišných tkání
dokosapentaenová kyselina	cis-4,cis-7,cis-10,cis-13,cis-16-dokosapentaenová	22:5n-6	části živočišných tkání

(FAO, 2010)

3.1.9 Rodina n-9

Ekvivalentem n-9 je kyselina olejová, která patří mezi MUFA, není tedy esenciální. Největší zastoupení n-9 je v olivovém oleji a avokádovém oleji. Ω -9 potlačuje výskyt ω -3 a ω -6 nenasycené mastné kyseliny, a proto může v lidské výživě dojít k nadměrnému množství v organismu. (Mouton, 2012)

3.2 Získávání oleje

3.2.1 Lisování a extrakce

Rostlinný olej se získává lisováním pod vysokým tlakem nebo extrakcí rozpouštědly. Nejčastěji se oleje extrahují hexanem. V praxi se běžně oba způsoby kombinují tak, že se semena nejprve rozdrťí, po ovlhčení se záhřevem rozloží přítomné lipoproteiny, pak se vločky připravené ze semen lisují a vzniklé šrotky o obsahu 15-20 % tuku se extrahují v kontinuálně pracujících extraktorech. Zbylý extrahovaný šrot obsahuje 2-3 % zbytkového tuku se značným podílem heterolipidů. Extrakcí se získá roztok obsahující 20 – 30 % oleje v hexanu, tzv. miscela, z níž se rozpouštědlo oddestiluje a zbytky se odstraní destilací s vodní párou. Sójový olej se často získává pouze extrakcí, protože obsah oleje v semenech činí jen kolem 20 %. (Velíšek, 2002)

3.2.2 Rafinace

Rostlinné oleje mají po lisování a extrakci nepříjemné organoleptické vlastnosti. Proto se rafinují. Rafinace zahrnuje hydrataci (odslizení), neutralizaci (odkyselení), bělení a deodoraci.

Surový olej s vodou se nejprve zahřeje, a pak se oddělí sraženina. Alkalickou rafinací se olej zbavuje volných mastných kyselin, což je neutralizace hydroxidem nebo uhličitanem sodným. Bělením bělicí hlinkou nebo jiným adsorbentem se odstraní barviva (karotenoidy, chlorofyly) a zbytky mýdel vzniklých odkyselením.

Destilací vodní párou za sníženého tlaku (deodorace) se odstraňují těkavé látky. Vznikají pak oleje sensoricky neutrální. Z deodoračního kondenzátu se potom získávají tokoferoly a steroly.

Při tzv. fyzikální rafinaci se vynechává alkalická rafinace a volné mastné kyseliny se odstraní až při deodoraci. Při rafinaci se částečně oddělí z oleje doprovodné látky a výsledný rafinovaný olej je téměř čistá směs triacylglycerolů s malým množstvím parciálních esterů glycerolu a některých nežádoucích doprovodných látek. Sníží se obsah lipofilních vitamínů a karotenoidních barviv, ale výživová hodnota oleje se podstatně nezmění. (Velíšek, 2002)

3.3 Význam tuků ve výživě koní

Lipidy představují nejbohatší energetický zdroj a hlavní zásobní formu energie v organismu, především triacylglyceroly, které jsou nevíce zastoupeny v tukové tkáni. Výjimečné postavení v energetickém metabolismu mají ketolátky, které vznikají při jejich oxidaci. Lipidy jsou nezbytnou složkou buněčných membrán a výchozí látkou při syntéze steroidních hormonů, prostaglandinů, tromboxanů a leukotrienů. Mají významnou úlohu v mechanické a tepelné ochraně metabolismu, v termoregulaci a jejich transportní formy (lipoproteiny) představují hlavní způsob transportu řady látek (například liposolubilních vitaminů). (Holeček, 2006)

Vysoké dávky tuků však mohou mít i negativní dietetický vliv na trávicí pochody. Může docházet k poruchám trávení a resorpce. Dalším rizikem je obezita a vážná narušení intermediárního metabolismu. Negativní vlivy na metabolismus, jako je zvýšení sérového cholesterolu a zvýšení lipoproteinů byly pozorovány zejména při velkém množství tuků v dietě s vysokým zastoupením kyseliny laurové, kyseliny myristové a kyseliny palmitové. (Suchý et al., 2008)

Dále je význam tuků spojený s potřebou mastných kyselin, především esenciálních mastných kyselin. Linolová a α -linolenová mastná kyselina jsou esenciálními pro savce tedy i pro koně. (Hallebeek and Beynen, n.d.) Protože savci nedokáží syntetizovat mastné kyseliny s dvojnou vazbou blíže než na 9. atomu uhlíku, musí být n-3 a n-6 mastné kyseliny poskytnuty ve stravě. (Dunnett, 2005)

Na nenasycené mastné kyseliny lze také nahlížet jako na léčivo. Přidání lněného nebo rybího oleje do diety má terapeutické účinky. Jak již bylo zmíněno výše, lněný olej má příznivý vliv na reprodukci klisen, zánětlivé pochody a celkově na imunitní systém.

3.4 Zdroje tuku

3.4.1 Krmiva

Tabulka 4 ukazuje obsah hrubého tuku a vybraných mastných kyselin v častých krmivech používaných k výživě koní. Tráva obsahuje málo tuku, má ale vysoké procento α -linolenové kyseliny. Ječmen, oves, kukuřice a žito mají vysoké procento linolové kyseliny a lněné semínko obsahuje zejména α -linolenovou kyselinu. Kokosový olej je výjimkou, protože obsahuje největší množství kyseliny laurové. Palmový olej obsahuje relativně velký poměr nasycených mastných kyselin s dlouhým řetězcem, především palmitové kyseliny, ale obsahuje také velké množství olejové kyseliny. (Hallebeek and Beynen, n.d.)

Zdrojem tuku jsou také objemová krmiva. V nepatrném množství se tuk vyskytuje v píce, obilovinách i seně. Kůň se s nimi tedy setkává běžně, průměrný obsah tuku v obilovinách je 2,5 – 5 %, z toho u nich převažuje kyselina linolová. Píce a hlavně lněné semeno je velmi bohaté na α -linolenovou mastnou kyselinu. Kokosová moučka je jako jediná z uvedených krmiv v tabulce bohatá na kyselinu laurovou. (Hallebeek and Beynen, n.d.)

Tabulka 4 - Obsah tuku a zastoupení mastných kyselin v běžných krmivech

Druh krmiva	sušina [g/kg]	hrubý tuk [g/kg]	MK %	C12:0	C16:0	C18:1 n-9	C18:2 n-6	C18:3 n-3
Ječmen	870	17	70	-	3,1	1,8	7,7	0,8
Oves	855	49	90	-	9,5	17,4	19,4	1,0
Kukuřice	864	38	90	0,08	4,8	11,1	21,8	0,4
Pšenice	863	14	70	-	2,2	1,7	6,5	0,6
Lněné semeno	910	351	95	-	25,7	66,0	58,6	197,9
Extrahovaný sójový šrot	876	19	65	-	1,6	3,1	7,6	1,1
Pšeničné otruby	869	35	70	-	5,4	4,2	16,1	1,4
Kokosová moučka	914	82	75	32,3	6,1	4,7	1,3	-
Píce	150	5	50	-	0,4	0,1	0,3	1,5

(Hallebeek and Beynen, n.d.)

3.4.2 Oleje

Pro přidání tuků do krmení koní používáme hlavně oleje. Oleje jsou produktem lisování semen olejnin. Kukuřičný a sójový olej je pro koně nejchutnější. Koním je možno taky podávat živočišný tuk. Živočišný tuk však většině koní nechutná a bývá spíše příčinou trávicích potíží. (Harris, 2000)

Tabulka č. 5 uvádí zastoupení nasycených, nenasyčených a esenciálních mastných kyselin v rostlinných olejích, rybích olejích a živočišných tucích.

Tabulka 5 - Obsah tuku a mastných kyselin v běžných olejích a tucích

tuky a oleje	tuk	SFA	MUFA	PUFA	LA 18:3 n-6	ALA 18:3 n-3	AA 20:5 n-6	EPA 20:5 n-3	DHA 22:6 n-3
řepkový olej	1000	73,7	632,8	281,4	186,4	91,4	0	0	0
kokosový olej	1000	865,0	58,0	18,0	18,0	0	0	0	0
kukuřičný olej	1000	129,5	275,8	546,8	532,3	11,6	0	0	0
rybí olej -sleďový	1000	212,9	565,6	156,0	11,5	7,6	2,9	62,7	6,2
rybí olej- treskový	1000	304,3	266,9	342,0	21,5	14,9	11,7	131,7	49,2
rybí olej - lososový	1000	198,7	290,4	403,2	15,4	10,6	6,8	130,2	29,9
lněný olej	1000	94,0	202,0	660,0	127,0	533,0	0	0	0
sádlo	1000	392,0	451,0	112,0	102,0	10,0	0	0	0
olivový olej	1000	138,1	729,6	105,2	97,6	7,6	0	0	0
palmový olej	1000	493,0	370,0	93,0	91,0	2,0	0	0	0
arašídový olej	1000	169,0	432,0	320,0	320,0	0	0	0	0
olej z rýžových otrub	1000	197,0	393,0	350,0	334,0	16,0	0	0	0
sójový olej	1000	156,5	227,8	577,4	504,2	67,9	0	0	0
slunečnicový olej	1000	90,1	573,3	289,6	287,1	0,4	0	0	0
lůj	1000	498,0	418,0	40,0	31,0	6,0	0	0	0

(Geor et al., 2013)

Řepkový olej

Řepka je celosvětově nejpěstovanější olejnina. Její olej se používá nejen k potravinářským účelům, ale také k technickým účelům, jako je výroba bionafty. (Suchý et al., 2008) Kvalita řepkového oleje pro potravinářské a průmyslové použití je charakterizována především obsahem a složením mastných kyselin. Obsah kyseliny erukové v oleji určuje jeho použití. Olej s nízkým obsahem kyseliny erukové se využívá pro potravinářské účely a olej s vysokým obsahem kyseliny erukové se využívá pro průmyslové zpracování (mazadla, výroby kaučuku, pohonné hmoty). Při zpracování semene řepky pro lidskou výživu je obsah kyseliny erukové v tuku maximálně 2 %. (Borecký a Stiffel, 1995) Řepkový olej velmi dobře snáší vysoké teploty a díky vyšší oxidační stabilitě má rovněž delší trvanlivost oproti jiným olejům. (Baranyk, 2010)

Z dietetického pohledu je v řepkovém oleji zastoupena nejvíce kyselina palmitová (Suchý et al., 2008), dále kyselina olejová (50-60 %). (Baranyk, 2010). Ze skupiny n-6 mastných kyselin je v oleji nejvíce zastoupená kyselina linolová (20-22 %). (Baranyk, 2010) a ze skupiny n-3 mastných kyselin kyselina α -linolenová (9-10 %). (Baranyk, 2010). Poměr kyseliny linolenové a linolové je v příznivém poměru 2:1 a rovněž vitamín E a tokoferoly jsou v přijatelném poměru. (Baranyk, 2010)

Slunečnicový olej

Maximální složení jednotlivých mastných kyselin slunečnicového oleje je velmi podobné oleji řepkovému. Slunečnice však vykazuje značnou mezidruhovou variabilitu obsahu mastných kyselin, zejména u kyseliny olejové a linolové. Olej je zdrojem především n-6 mastných kyselin a obsahuje jen malé množství n-3 nenasycených mastných kyselin. Proto považujeme slunečnicový olej z dietetického hlediska za méně vhodný. (Suchý et al., 2008) Celkově obsahuje nenasycených mastných kyselin 86-91 %. (Baranyk, 2010)

Slunečnicový olej má příjemnou chuť a svým složením představuje optimální rostlinný produkt z hlediska lidské výživy. Při jeho zpracování na olej zůstává 40 až 50 %, které obsahují přibližně 36 % bílkovin a dostatečné množství oleje. Proto jsou tyto výlisky cenným jadrným krmivem. (Borecký a Stiffel, 1995)

Kukuřičný olej

Kukuřičný olej byl původně vedlejším produktem při zpracování kukuřice seté. Obilka kukuřice v průměru obsahuje 3,5 – 5,5 % tuku. Kukuřičné klíčky obsahují 30 – 40 % oleje, a právě jejich olej nalézá své největší využití v potravinářském průmyslu, kde se používá silně rafinovaný. Olej je bohatý na kyselinu linolovou (55 – 62 %), má vysoký obsah vitamínu E (0,6 %), který má antioxidační účinky. Nesmí být ale odstraněn rafinací. Obsah kyseliny linolenové je pouze 2 % a olejové 24 – 32 %. (Martinů, 2007)

Sójový olej

Sójový olej je nejvíce využívaným olejem ve výživě člověka i zvířat. (Suchý et al., 2008) Sója obsahuje průměrně 18-23 % tuku, který je velmi kvalitní, s vysokou nutriční a biologickou hodnotou. Mimo esenciálních mastných kyselin obsahuje karoteny, vitamín E, sitosterin apod. (Baranyk, 2010) Z nasycených mastných kyselin je nejvíce zastoupena kyselina palmitová, z nenasycených monoenoových mastných kyselin kyselina olejová. Z polyenoových mastných kyselin je nejvíce zastoupena v sójovém oleji ze skupiny n-6 mastných kyselin linolová kyselina a ze skupiny n-3 mastných kyselin kyselina α -linolenová. Tyto polyenové mastné kyseliny jsou obsaženy v sójovém oleji z dietetického hlediska v optimálním poměru (1:6,1). (Suchý et al., 2008)

Sójový olej se vyznačuje dokonalou stravitelností. Má nejvíce přírodních lecitinů, které jsou cenné svým příznivým účinkem na mozkové a nervové buňky. Proto se často doporučuje neurotikům a diabetikům. (Borecký a Stiffel, 1995)

Rýžový olej

Olej z rýžových otrub, tj. slupek a klíčků, obsahuje vyvážené množství mastných kyselin a směs antioxidantů. (Bergerová, 2011) Rýžové otruby obsahují až 20 % tuku a zároveň obsahují značné množství vitamínu E. Produkty z nich vyrobené jsou koňmi snadno přijímány. (Valberg and McKenzie, 2005) Rýžový olej podporuje snižování cholesterolu nejvíce z nenasycených olejů. (Orthofer, 2005) Jeho antioxidační účinek napomáhá růstu a regeneraci svalové hmoty. (Bergerová, 2011) Antioxidační účinky mají právě estery kyseliny ferulové, které v kombinaci s obsahem tokoferolů v oleji přispívají k dobré stabilitě oleje. Obsah oleje v otrubách je 19 – 24 %. (Slováčková, 2013). Ve 100 g rýžového oleje je 3,85 MJ a 900 mg gama oryzanolu a 25 mg vitamínu K. Protože obsahuje nasycené tuky,

nedoporučuje se jeho dlouhodobé krmení a není vhodný do redukčních diet či pro koně s diagnózou schvácení kopyt. Rýžový olej je chudý na n-3 mastné kyseliny, proto je vhodné ho kombinovat s lněným olejem či ostropestřecovým olejem. (Bergerová, 2011)

Lněný olej

Lněný olej je získáván lisováním lněného semínka. Len je bohatý na esenciální mastné kyseliny, především n-3. Svými účinky lněný olej pomáhá například při prostatických problémech v humánní medicíně, nebo při neplodnosti. Lněný olej obsahuje také lignany. To jsou látky, které mohou příznivě ovlivňovat hladinu hormonů v těle, mají antibakteriální, antivirové a protiplísňové účinky a mohou pomáhat v boji proti rakovině. (Lněný olej) Mimo jiné jsou cenným krmivem extrahované šroty a pokrutiny vyrobené jako vedlejší produkt při lisování lnu. (Baranyk, 2010) Lněný olej obsahuje vysoké množství kyseliny alfa-linolenové, která je až v organismu přeměněna na EPA a DHA. Lněný olej navíc neovlivňuje negativně chutnost krmné dávky. (Delobel et al., 2007)

Kokosový olej

Kokosový olej je získáván z plodů palmy kokosové, která roste na tropickém pobřeží všech světadílů. Olej se získává z bílé dužiny plodů, která obsahuje 48 – 65 % oleje. V oleji převažuje kyselina laurová a ovlivňuje konzistenci oleje. Při teplotě 21 °C má olej tuhou a křehkou konzistenci a snadno se rozpouští při teplotách od 36 °C. Ačkoliv je kokosový olej oxidačně stabilnější, snadněji podléhá hydrolyze, která způsobuje mýdlovou chuť. (Slováčková, 2013)

Kokosový olej obsahuje nejvyšší hladinu nasycených mastných kyselin – až 90 %, mononenasycených mastných kyselin obsahuje 6 % a polynenasycených 4 %. Kromě toho má vyšší obsah středně dlouhých nasycených mastných kyselin, (Zeyner et al., 2002) zejména triacylglyceroly složené z C6:0, C8:0 a C10:0. (Slováčková, 2013) Tyto středně dlouhé nasycené mastné kyseliny jsou ve vodě lépe rozpustné, a proto usnadňují emulgaci a hydrolyzu a tím jsou rychleji stravitelné. Vyžadují minimum lipázy a jsou přepravovány jako volné mastné kyseliny, které se váží na albumin, prostřednictvím krevního oběhu, který je rychlejší než lymfatický systém. (Zeyner et al., 2002)

Rybí olej

Rybí olej je jako jediný velmi bohatý na EPA, DHA a AA (arachidonová kyselina). Ve studiích, kde byli koně krmeni rybím olejem, byla zjištěna nižší tepová frekvence u koní a tendence dosahovat nižšího hematokritu a nižší hladiny inzulínu, oproti kontrolní skupině koní krmenou kukuřičným olejem. (O'Connor et al., 2004) Dále rybí olej svým obsahem PUFA moduluje zánětlivé procesy pomocí leukotrienů a může být tedy pro koně léčivým doplňkem stravy. (Hall et al., 2004) Upravená dieta obohacená rybím olejem může také změnit chování LDL, protože peroxidace, které proběhnou v LDL, vedou k následně urychlené akumulaci cholesterolu v cévní stěně. (Mourek, 2007)

3.5 Trávení u koní

Koně se vyvíjely po miliony let jako pastevní zvířata přizpůsobená přijímat a trávit potravu s vysokým množstvím vlákniny a aby splnili své výživové požadavky, jsou schopni zpracovávat velké množství krmiva. Ve snaze maximalizovat jejich růst nebo výkon jsou často krmeni velkým množstvím jadra a dalších doplňků. Bohužel, tento způsob krmení často zastiňuje skutečné výživové požadavky koně. (Pagan, 2005a)

Koně jsou anatomicky klasifikováni jako nepřezvýkaví býložravci. Mají malý, jednoduchý žaludek, na který navazuje tenké a slepé střevo. Ty se vyznačují speciální strukturou, která se vyvinula u koně k využití krmiva bohatého na vlákninu. (Pagan, 2005a) Tlusté a slepé střevo pojmuje 90 až 115 litrů tekutin a jsou domovem bilionů bakterií, kvasinek a prvoků produkujících enzymy rozkládající krmivo. Tyto mikroorganismy zajišťují fermentaci (Zeman et al., 1997). Vedlejší produkty této mikrobiální fermentace poskytují koním energii a stopové prvky. Trávicí trakt koně je navržen tak, aby koně mohli přijímat potravu kontinuálně. (Pagan, 2005a) Tenké střevo a slepé střevo jsou místem, kde dochází k rozkládání a následnému vstřebávání velké většiny organických živin (Zeman et al., 1997). Malá kapacita horní části trávicího traktu je špatně přizpůsobivá pro velké jednorázové dávky koncentrovaného krmiva. Trávicí schopnosti žaludku a slepé střevo nejsou schopny toto krmení zpracovat, což vede k rychlému kvašení sacharidů mikrobiální mikroflórou ve slepém střevě. Tato fermentace může vést k celé řadě problémů včetně koliky a laminitidy. (Pagan, 2005a)

U koní probíhá fermentace ve slepém střevě. Tento fakt může mít pro chovatele několik důsledků. Pokud v krmné dávce opomíjíme vlákninu, nežádoucí důsledky se můžou projevit na fyzické i psychické kondici. Je také důležité udržovat stálý zdroj potravy pro prospěšné bakterie ve slepém střevě. Jejich působením dochází k fermentaci vlákniny, která dává vznik těkavým matným kyselinám. Tím poskytuje koním velké množství energie a zároveň přítomnost těchto bakterií brání růstu jiným, potencionálně patogenním bakterií. Obrovský trávicí systém je schopen zpracovávat velký objem krmiva za všech okolností. V opačném případě je větší pravděpodobnost trávicích potíží. (Pagan, 2005a)

3.5.1 Anatomie tenkého střeva

Tenké střevo koně je dlouhé zhruba 20 m a dělí se na tři části: dvanáctník (duodenum), lačník (jejunum) a kyčelník (ileum). Do asi 1 m dlouhého dvanáctníku ústí zhruba po prvních 15 cm délky hlavní vývod slinivky břišní (pankreas) společně se žlučovodem. Sliznice tenkého střeva je zvrásněna 0.5 až 1 mm vysokými klky, jejichž povrch tvoří jednovrstevný cylindrický epitel s řasinkami. Změnou napětí střevních svalů a rytmicky se střídajícími kontrakcemi se obsah střeva promíchává, zatímco peristaltické vlny zajišťují jeho posun. Trávenina prochází tenkým střevem rychlostí zhruba 20 cm za minutu. (Meyer and Coenen, 2003)

Slinivka břišní produkuje pankreatickou šťávu. Ta u koně obsahuje jen malé množství enzymů na rozdíl od ostatních živočichů. Pankreatická šťáva kromě enzymů trypsinu, amylázy a lipázy, obsahuje také velké množství zásaditých sloučenin nutných k neutralizaci kyselé tráveniny po průchodu žaludkem. Žluč je vylučována do dvanáctníku průběžně ve velkém množství a bez zahuštění, protože kůň nemá žlučník. Žluč obsahuje minerální látky a bikarbonát a slouží k neutralizaci kyselé tráveniny během jejího průchodu tenkým střevem. Kromě toho žluč podporuje trávení tuků. (Meyer and Coenen, 2003)

Hodnota pH v tenkém střevě závisí na stupni kyselosti tráveniny přicházející ze žaludku, množství kyseliny mléčné v ní obsažené nebo se teprve tvořící a pufrací kapacity trávicích šťáv přiváděných do duodena. Za normálních podmínek dosahuje pH v duodenu hodnot kolem 6,5 a v jejunu a ileu stoupá nad 7. V tenkém střevě se využívá většina energetické složky krmiva – škrob, cukry, tuky, částečně i bílkoviny a vstupují zde do metabolismu (Dušek, 2011). Pokud kůň dostane větší dávku koncentrovaného krmiva bohatého na škrob najednou, mohou hodnoty pH v tenkém střevě klesnout na 6 i níže v důsledku zvýšené tvorby kyseliny mléčné. To znamená snížení účinnosti trávicích enzymů, pro jejichž působení je optimální pH v rozmezí 7-8. Tím může dojít k poškození střevní sliznice a narušení peristaltiky střev. (Meyer and Coenen, 2003)

3.5.2 Trávení tuků

Hlavní složkou lipidů přijatých v potravě jsou triacylglyceroly. V mnohem menší míře jsou zastoupeny cholesterol a fosfolipidy. Obsah ostatních lipidů je v běžné stravě velmi nízký. Minimální část lipidů je štěpena již v ústech a žaludku slinnou a žaludeční lipázou.

Většina je trávena až v duodenu. Mechanickým míšením potravy a detergentním působením solí žlučových kyselin a lecitinu přítomných v žluči vznikají tukové kapénky o průměru okolo 1 mikrometr. Touto „emulzifikací“ se mnohonásobně zvyšuje povrch, na kterém může docházet k enzymatickému štěpení lipidů. (Holeček, 2006)

Obecně tedy platí, že se trávení tuků skládá ze tří fází. V první fázi dochází k mechanickému narušení velkých kapiček tuku v jemně rozptýlené emulgované částice. Druhá fáze zahrnuje enzymatickou hydrolyzu lipidických esterů (triacylglyceroly, fosfolipidy a estery cholesterolu) a konečně dochází k přeměně ve vodě nerozpustných produktů lipolýzy na rozpustné formy, které mohou být snadno absorbovány. Mechanické narušování tuku začíná v dutině ústní žvýkáním a pokračuje v žaludku fyzickým stloukáním. Tyto procesy emulgují množství tuku, což má za následek vznik malých kapiček lipidů, které poskytují větší plochu pro upevnění enzymů a žlučových solí, a tento komplex protéká jako chymus do tenkého střeva. Enzymatické štěpení tuku začíná v žaludku, hlavní buňky sliznice fundu produkují velké množství gastrické lipázy, která vykazuje maximální aktivitu při pH 4. I když se předpokládá, že gastrická lipáza iniciuje hydrolyzu triacylglycerolů, rozsah lipolýzy tuku probíhající v žaludku je neznámý. U jiných druhů jsou mastné kyseliny uvolněné do žaludku zapojeny do uvolňování gastrointestinálních hormonů, které přispívají k emulgaci tuků v dvanáctníku. Cholecystokinin je vylučován z duodenální sliznice v reakci na částečné trávení tuků a bílkovin a spouští uvolňování žluči a pankreatické šťávy. Kromě toho přítomnost žaludeční kyseliny v horní části tenkého střeva spouští uvolňování sekretinu, což stimuluje sekreci bikarbonátu ze slinivky břišní. (Geor et al., 2013)

Lecitin (5,6%), cholesterol (4,4%), a konjugované žlučové soli (90%), jsou hlavními složkami lipidů koňské žluči, která je vylučována do kanálků a přechází přímo do dvanáctníku, protože koně nemají žlučník. (Hallebeek and Beynen, n.d.) Nejvýznamnějšími lipoenzymy zúčastněnými na trávení lipidů jsou pankreatická lipáza, která štěpí triacylglyceroly na mastné kyseliny a monoacylglyceroly, cholesterolesteráza a fosfolipáza. (Meyer and Coenen, 2003)

Pro účinek pankreatické lipázy je nezbytná kolipáza (vzniká působením trypsinu z pankreatické prokolipázy), která vytváří na povrchu kapének emulgovaných tuků komplex se žlučovými kyselinami, a tak obnaží jednotlivé molekuly triacylglycerolů. Působením pankreatické lipázy se z triacylglycerolů tukových kapének odštěpují mastné kyseliny z poloh 1 a 3 za vzniku 2 monoacylglycerolů a spontánně se formují do částic o průměru 3-6 nm,

nazývaných micely, které jsou dobře rozpustné ve vodném prostředí střevního lumen. V centru micel jsou triacylglyceroly, cholesterol a mastné kyseliny, na povrchu se nacházejí polární konce žlučových kyselin a fosfolipidů. (Holeček, 2006) Přes tenké střevo a nehybnou vodní vrstvu klků jsou micely a jejich složky dopravovány difusí pomocí enterocytů. V epiteliálních buňkách tenkého střeva jsou kombinovány z chilomiker triacylglyceroly, fosfolipidy, estery cholesterolu a apoproteiny. V chilomikrách jsou uvolňovány do lymfatického systému, který se vlévá do hlavního oběhu. (Hallebeek and Beynen, n.d.)

Tuky s nízkým bodem rozpustnosti (oleje) dodávané v množství do 2g/kg živé hmotnosti a den jsou během průchodu tenkým střevem vstřebány až z 80 %, těžší tuky (loje) v menší míře. Větší množství tuků v krmivu a následně v trávicím traktu může zpomalovat vyprazdňování žaludku a také zřejmě tlumí aktivitu mikroorganismů v žaludku a v tenkém střevě. V tlustém střevě jsou ještě vstřebávány mastné kyseliny z tuků obsažených v potravě. Na druhé straně zde žijí mikroorganismy syntetizující tuky. Příliš velké množství tuků v trávenině přicházejících sem z tenkého střeva proto negativně ovlivňuje žádoucí aktivitu místních mikroorganismů. (Meyer and Coenen, 2003) Standardní krmná dávka koně má nízký obsah tuku (v sušině 2-5%), ale koně jsou schopni efektivně trávit tuk ve stravě s obsahem tuků až 20 %. Zdroj tuku nemá velký vliv na stravitelnost. (Hallebeek and Beynen, n.d.)

V jedné ze studií byla sledována změna pankreatické lipázy při dietě s vysokým obsahem tuku (8 %) ve srovnání s nízkým obsahem tuku. Ukazuje se, že koně tráví tuk lépe, když je v krmění zastoupen 5 - 15 %, ačkoli horní hranici trávení tuků v tenkém střevě je ještě třeba určit. Poruchy mikrobiální mikroflóry v tlustém střevě koně lze očekávat, kdyby byl obsah v krmné dávce vyšší jak 75 -100 g tuku/100 kg tělesné hmotnosti. Po inkubaci různými substráty byla sledována produkce plynu in vitro izolovaného ze střevního obsahu poníků, kteří byli krměni nízkým nebo vysokým obsahem tuku (2 % srovnávaná s 9 % tuku v sušině). Na základě výsledků se dospělo k závěru, že krmění tuku u koní inhibuje mikrobiální aktivitu ve slepém střevě. (Hallebeek and Beynen, n.d.)

Další studie sledovaly vliv krmění s vysokou koncentrací tuku na stravitelnost vlákniny, jiné studie sledovaly vliv krmění s vysokým obsahem tuku na celkový trávicí trakt. Tyto studie přinesly rozporuplné výsledky. Z některých vyplývá, že přídavek tuku do krmné dávky stravitelnost vlákniny neovlivňuje. (Hallebeek and Beynen, n.d.)

Další studie hlásí, že se stravitelnost vlákniny s přidavkem tuku se zvyšuje. Pokud ale byly dávky tuku vysoké, stravitelnost vlákniny se snížila. Protichůdné výsledky zřejmě souvisí s tím, že diety s nízkým a vysokým obsahem tuku používané v různých studiích se lišily také množstvím vlákniny. Změna v příjmu vlákniny sama o sobě může mít vliv na stravitelnost vlákniny, změní se rychlost průchodu tráveniny trávicím traktem a také mikroflóra bude ovlivněna změněným množstvím krmiva a dokonce i množství zkvasitelných substrátů se bude měnit. V zájmu zachování energetické bilance musí být příjem přebytečného tuku spojený s menším energetickým příjmem z dalších živin. (Hallebeek and Beynen, n.d.)

3.5.3 Resorpce

Micely se dostávají ke střevní sliznici a po kontaktu s mikroklky difundují jejich lipidové složky (mastné kyseliny, cholesterol a monoacylglyceroly) do enterocyty. Vedle prosté difúze se na transportu mastných kyselin podílí i facilitovaná difúze pomocí FATP. Část resorbovaného cholesterolu je navrácena zpět do lumen střeva. Žlučové kyseliny z rozpadlých micel, které se resorbují aktivně až v ileu, jsou portální krví přeneseny do jater a poté opět secernovány do žluče (enterohepatální cirkulace). Ostatní lipidy (zejména triacylglyceroly a diacylglyceroly) jsou resorbovány ve velmi malém množství. Příčinou není jejich malá schopnost difúze, ale to, že nejsou součástí micel, a tak se nedostanou do kontaktu s enterocyty. (Holeček, 2006)

Resorbované mastné kyseliny jsou v cytosolu enterocytů transportovány ve vazbě na speciální protein – FABP (fatty acid binding protein) k hladkému endoplazmatickému retikulu, kde jsou společně s monoacylglyceroly použity k resyntéze triacylglycerolů nebo esterifikaci cholesterolu. Syntéza triacylglycerolu v enterocytech probíhá na rozdíl od jiných tkání monoacylglycerovou drahou, ve které se 2-monoacylglyceroly (získané hydrolyzou triacylglycerolů nebo fosfolipidů z potravy) postupně přeměňují pomocí monoacyltransferázy a diacylglyceroltransferázy na 1,2-diacylglycerol a triacylglycerol. Syntézou triacylglycerolů a vazbou mastných kyselin na FABP v enterocytech je udržován gradient umožňující resorbci dalších hydrolyzovatelných lipidů. V granulárním endoplazmatickém retikulu enterocytů se triacylglyceroly kompletují do lipoproteinových komplexů nazývaných chylomikra, která jsou uvolňována exocytózou do mezibuněčných prostorů a odtud přenášeny lymfatickými cévami do krve. Část mastných kyselin s krátkým a středním řetězcem (do 12 uhlíků) není po vstupu

do enterocytu využita pro tvorbu triacylglycerolů a inkorporována do chylomiker. Tyto mastné kyseliny mají polární charakter a vstupují přímo do portální krve. (Holeček, 2006)

Resorpce tuků je největší v horních částech tenkého střeva, kde se při běžném složení potravy resorbuje více než 95 % tuků. (Holeček, 2006)

3.5.4 Metabolismus lipidů

Triacylglyceroly jsou s chylomikrami a lipoproteiny o velmi nízké hustotě (VLDL) přepravovány v plazmě. V nasyceném stavu jsou chylomikry transportovány přes tenké střevo do lymfy a přes ductus thoracicus se dostanou do krevního oběhu. Dlouhý řetězec mastných kyselin ve formě triacylglycerolů musí být uvolněný pankreatickou lipázou a začleněný do micel, jak je popsáno výše. Mastné kyseliny se středně dlouhým řetězcem jsou přímo z potravy propouštěny sliznicí a portální krví přiváděny do jater. VLDL jsou vylučovány játry a obsahují buď nově syntetizované mastné kyseliny, nebo tyto kyseliny vstupují do periferních tkání přímo z krve. Působením lipoproteinové lipázy (LPL), se chylomikry a VLDL zbavují esterifikovaných mastných kyselin, které převzaly z tkání. V případě nedostatku energie během cvičení nebo hladovění jsou mastné kyseliny uvolňovány z tukové tkáně do svalů. Játra metabolizují mastné kyseliny, které se esterifikují na triacylglycerol potřebných pro tvorbu VLDL. Ty na oplátku poskytují komponenty mastných kyselin do svalu s vysokou aktivitou LPL. Lipoproteinová lipáza se váže na endotelové buňky. V nasyceném stavu vysoká aktivita LPL v tukové tkáni zajišťuje, že mastné kyseliny z triacylglycerolů jsou na tuto tkáň zaměřeny, zatímco při nedostatku energie mastné kyseliny oxidují ve svaly. (Hallebeek and Beynen, n.d.)

Plasma koní obsahuje lipoproteiny, které mohou být klasifikovány jako VLDL – proteiny s velmi nízkou hustotou, LDL – s nízkou hustotou a HDL - s vysokou hustotou. VLDL se převádí na LDL působením LPL. HDL, který představuje přibližně 60 % lipoproteinů z plazmy, hraje důležitou roli v opačném transportu cholesterolu, transportu cholesterolu z periferních tkání a esterifikuje se enzymem lecitin cholesterol acyltransferázou (LCAT). Lidé a většina živočišných druhů má v plazmě aktivní cholesterol ester transfer protein (CETP), takže HDL cholesterolové estery vytvořené LCAT mohou být přeneseny do VLDL a LDL a být v játrech odstraněny z plasmy. LDL cholesterol braný z jater může být

vyučován do žluče jako takové nebo ve formě žlučových kyselin a opustit tělo se stolicí. Druhým zvířat, jako jsou krysy, prase a kůň chybí v plazmě činnost CETP. Ukázalo se, že u koní je CETP z HDL do LDL. Nezávislé cesty CETP na přeměnu HDL cholesterolových esterů na nižší hustotu lipoproteinů, takže zpětný transport cholesterolu se může uskutečnit. Krmení poníků příliš vysokou dávkou tuku snižuje rychlost přeměny, která byla spojená s nárůstem esterů HDL cholesterolu. Kůň se jeví unikátní v tom, že se jeho HDL cholesterol skládá z malých částic s vysokou hustotou, které mají vlastnosti podobné lidským HDL₃. (Hallebeek and Beynen, n.d.)

3.6 Tuk v krmné dávce

Existují tři možnosti, jak obohatit krmnou dávku o tuk. Za prvé můžeme přidat rostlinný olej do již existující krmné dávky. Dále můžeme podávat komerční koncentrovaná krmiva obsahující různá množství přidaných tuků, třetí možností je krmit krmiva, která jsou na tuky bohatá, například rýžové otruby nebo kokosovou moučku. (Švehlová, 2011)

Po mnoho let se přidávaly oleje v malých koncentracích do komerčních krmiv pro potlačení prašnosti a usnadnění manipulace při výrobě, protože snižuje hromadění nečistot na strojích. Stejně tak chovatelé přidávají olej po mnoho let ve formě rybího oleje nebo vařeného lněného semínka za účelem zlepšení srsti a zlepšení tělesné kondice. Nejvyšší úroveň přidaného tuku či oleje do krmné dávky je do značné míry závislá na fyzikálních omezeních ve výrobě krmiva, jako jsou granule nebo směsi. (Dunnett, 2005)

Množství tuku přidávaného do krmné dávky je velmi variabilní a zatím nelze s určitostí říci kolik a jakého druhu je nutno krmit. Jak už bylo uvedeno výše, je důležité brát v potaz složení jednotlivých olejů a krmiv a jejich obsahy na jednotlivé mastné kyseliny. Dietní potřeba a příjem závisí na efektivnosti využití. To může ovlivnit dietní úroveň nenasycených mastných kyselin. (Hintz, 2000) Dlouhodobé výzkumy, které se zabývaly stravitelností jednotlivých krmných komponentů, uvádějí, že pokud byl tuk v krmné dávce obsažen 3,6 %, byla jeho odhadovaná skutečná stravitelnost 55,7 %. (Pagan, 1994)

Některé neoficiální zdroje naznačují, že krmení koní dietou obohacenou tukem může vést k řadě problémů, včetně snížení hematokritu, jaterní dysfunkce, hypetyreóza a generalizované snížení výkonu ke konci závodu „vyčerpání plynu“. Studie, která se touto problematikou zabývala, žádný z těchto faktorů nedokazuje. Hematologické hodnoty nebyly ovlivněny dietou. Dále nebyl nalezen žádný důkaz poškozující funkci jater. γ GT je enzym, který se nachází v nevyšších koncentracích v játrech, slinivce břišní a v ledvinách. Zvýšení plazmatické koncentrace je spojeno se zvýšenou syntézou v hepatobiliárním systému a γ GT byl používán jako indikátor citlivosti při chronickém poškození jater. Během studie však nebyl naměřen žádný rozdíl v hladinách γ GT. Další séra, která by mohla ovlivnit funkci jater, však nebyla ovlivněna stravou. Koncentrace tyroxinu byly vyšší po 7 měsících. Bylo zjištěno, že trénink zvyšuje sekreci tyroxinu u koní i lidí, ale změny v poměru vázaného a volného tyroxinu zůstávají nedotčeny výkonem. (Pagan et al., 1995)

3.7 Využití tuků u koní

3.7.1 Energie

Tuky a oleje se při pravidelném přidávání do krmení ukázaly jako chutné a vysoce stravitelné. (Dunnett, 2005) Výhody tuků spojené s přidáním esenciálních mastných kyselin a využití jejich protizánětlivých a imunomodulačních vlastností byl popsán v předchozí části. Jedním z nejčastějších důvodů pro doplnění tuku v dietě je zvýšení energie, kterého bychom jinými krmivy nedosáhly. (Geor et al., 2013) Můžeme tím potlačit vysoké dávky sacharidových krmiv, a to zejména u koní s vysokými nároky na energii může přispět k prevenci poruchám trávení vyvolaného právě škroby. (Zeyner et al., 2002) Dieta charakteristická vysokým přísunem vlákniny, doplněná olejem a se sníženou úrovní CHO-H byla doporučena pro koně s predispozicí k equinní rhabdomyolýze (ERS) a rovněž pro koně náchylné k laminitidě. Diety s vysokým glykemickým indexem zapříčiňují vývojové ortopedické onemocnění a proto se přistoupilo k přidávání tuků a omezení příjmu CHO-H, aby se snížil glykemický index, což je vhodné pro mladá zvířata. Navíc je to běžná praxe majitelů i trenérů, aby získaly od svých svěřenců co největší výkon, a to jak při vytrvalostním závodu, tak i při sprintech. (Dunnett, 2005) Následující tabulka ukazuje orientační hodnoty potřeby energie koní pro práci.

Tabulka 6

Potřeba energie v procentech záchovy			
Druh práce	Záchova %	Práce %	Celkem %
lehká práce	100	až 25	až 125
střední práce	100	25 - 50	125 - 150
těžká práce	100	50 a více	nad 150

(Zeman a Šajdler, 2002)

Tuky jsou živinami, které jsou nejbohatší na energii. (Dunnett, 2005) Jejich kalorická hodnota se pohybuje kolem 9,4 cal/1 g tuku. (Dušek, 2011). Nicméně koně jsou fylogeneticky stavěni pro příjem pouze malého množství tuku. Krátkodobé krmení krmných směsí s 15 % tuku je do značné míry hodnoceno jako bezpečné a dokonce i prospěšné v mnoha ohledech. Zeyner at al. (2002) dále uvádí, že zvýšené množství sójového oleje krmené po dobu 4 měsíců

způsobilo zvýšení jaterních enzymů v plazmě. Tyto nežádoucí účinky se projevíly po přidání více než 8 % tuku v sušině do stravy v případě, že došlo k výraznému přibrání na váze.

Tukem ale můžeme doplnit energii tam, kde je požadován vysoký výkon. Například na vytrvalostní koně jsou kladeny požadavky k udržení pomalého tempa na dlouhé vzdálenosti až 160 km. V průběhu závodu přitom musí koně prokazovat, že jsou fyzicky i metabolicky fit. Dominantním plemenem je arabský plnokrevník. Ten se vyznačuje tím, že má vysoký podíl červených svalových vláken, která jsou velmi efektivní při spalování tuků. Tito koně jsou proto krmeny krmnou dávkou bohatou na tuky. (Pagan, 2010)

Přídavek tuku pro energii je důležitý také u jiných plemen. Vysokoenergetická krmiva vyžadují i jiní vrcholoví sportovci. Například plnokrevníci pro dostihy, teplokrevní koně do skokových soutěží a také westernoví koně na reinig. Je však nutné dávat pozor na obsah tuku v krmné dávce. Bylo prokázáno, že při větším množství tuku v krmivu byla sledována zvýšená tělesná hmotnost. Je proto třeba tento faktor sledovat a popřípadě dávku regulovat. Proto se například nedoporučuje krmení tukem drezurní koně.

Výzkumy z Kentucky uvádějí, že dlouhodobá dieta bohatá na tuk u dostihových koní v tréninku může vést k poklesu svalového glykogenu ve svalech, který může v konečném důsledku ohrozit výkon koně. Koně byly krmeny při této studii 9-10% dávkou tuku z celkové krmné dávky. Tento poměr nepůsobil žádné negativní účinky na zdraví nebo na výkon. (Pagan et al., 1995)

Další studie ukazují, že únava při velkém dlouhodobém zatížení může vyplývat z vyčerpání intramuskulárního nebo jaterního glykogenu. Krmení tukem bude mít vliv na využívání substrátu během zátěže. Při pokusech s vytrvalostními koňmi se ukázalo, že tuk v krmivu ovlivňuje žádoucím způsobem snížení hladiny glukózy v krvi. (Pagan, 2005a) Vzhledem k tomu, že glykogen ve svalech závisí na tom, jak se zvýší v krvi glukosa i insulin, je možné že přidaný tuk do diety po delší dobu u dostihových koní v tréninku může vést k postupnému poklesu svalového glykogenu. Kombinace diety s nízkým obsahem sacharidů a vysokým obsahem tuku se používá při intenzivním tréninku k redukci nahromadění svalového glykogenu a snížení výkonnosti. Přidaný tuk snižuje hladinu glukózy v krvi během nízké zátěže a může pomoci zpozdit únavu koně vykonávající cvičení po dlouhou dobu. (Pagan et al., 1995)

Porovnáváním diety s vysokým obsahem škrobů a s vysokým obsahem tuků se ukázalo, že hladina glukózy, albumin, γ -globulin, volné mastné kyseliny, fosfolipidy a koncentrace cholesterolu v krevní plazmě byla větší u koní krmených tukem, ale koncentrace močoviny byla nižší. Koncentrace triglyceridů, bilirubinu a lipoproteinů v plazmě není ovlivňována typem stravy. Na druhé straně u koní krmených tukem, byla tělesná hmotnost o 2 % větší po 60 dnech pokusu. Na všeobecný stav a vnější vzhled, včetně stavu srsti a kopyt, chování a zdraví koně, nemělo při této studii žádný znatelný vliv krmení tukem či škrobem. (Zeyner et al., 2002)

Další studie se zabývala porovnáváním nasycených (kokosový olej) a nenasycených (sójový olej) olejů. V jejím průběhu nebyl pozorován žádný významný vliv na hematologické parametry. Pouze bylo zpozorováno zvýšení množství tuku na vnějších partiích a zvýšení obsahu mastných kyselin v plazmě. Výhodou kokosového oleje, použitého v této studii, je rychlejší stravitelnost, jinak nebyly pozorovány žádné další výhody ani nevýhody na vzhled srsti a kopyt. V krevní plazmě se pouze objevovali vyšší koncentrace C12:0 a C14:0, ale je zajímavé, že nižší koncentrace C4:0 (kyselina máselná). (Harris et al., 1999)

3.7.2 Metabolické poruchy

Metabolické poruchy u koní mají velmi odlišnou etiologii, přesto je většina spuštěna nebo zhoršena nadměrným příjmem škrobu a cukru. Nejvhodnější forma doplnění energie závisí na konkrétní poruše a individuálních energetických nárocích.

Zvyšování koncentrace jaderného krmení v dietě sportovních koní je běžnou metodou, jak zvýšit příjem energie. Většina energie jaderného krmiva však pochází ze škrobů a nepřiměřená dávka škrobu může způsobit zažívací poruchy jako je kolika, laminitida či myositis. Pro zlepšení výkonu by tedy měla být nalezena alternativní zdroj energie jako náhrada škrobu. (Crandell et al., 1999)

Jednou z těchto poruch je equinní metabolický syndrom (Equine metabolic syndrome - EMS). EMS je endokrinní a metabolická porucha (Pagan, 2009), která je v současné době definována přítomností inzulínové rezistence, obezitou a laminitidou. Inzulínová rezistence je porucha metabolismu glukózy, což může být myšleno jako raný diabetes mellitus typ 2. (Frank, 2007) Jedná se tedy o snížení citlivosti tkání na inzulín. Krmná dávka těchto koní spočívá v podávání sena chudého na cukry a škrob. V případě, že třeba dodat energii nebo

vlákninu, doporučuje se přidat olej, řepné řízky, nebo speciální koncentráty s nízkým obsahem cukru.(Švehlová, 2009)

Equinní cushingova nemoc (ECD) je projevem nádoru hypofýzy a je často diagnostikována u starších koní. Hypofýza koní s ECD produkuje nadměrné množství adrenokortikotropního hormonu (ACTH), což má za následek zvýšenou produkci kortizolu v nadledvinkách. Koně s ECD jsou náchylní k laminitidě a mohou si vytvořit kortizolem indukovanou citlivost na inzulin, která vede k hyperinzulinémii a hyperglykémii. Z tohoto důvodu je nezbytné podávat těmto koním krmnou dávku, která vytváří nízkou glykemickou odezvu. Koním s nadváhou se doporučuje dieta založená na příjmu sena a vitamínově minerálního doplňku. Pokud má starší kůň problém s udržením váhy, může být jeho krmná dávka doplněna o kalorie z produktu s vysokým obsahem tuku a nízkým obsahem škrobu. (Pagan, 2009)

Syndrom equinní rhabdomyolýzy (Equinne Rhabdomyolysis Syndrome – ERS) je známý také jako tying-up syndrom. Postihuje primárně většinou svaly a ovlivňuje tak pohybové vlastnosti koně. (Harris, 2000) Tento syndrom je znám více než sto let jako syndrom bolesti svalů a křečí, které jsou spojeny se zátěží. (Valberg and McKenzie, 2005)

ERS může postihnout jakoukoli věkovou kategorii naprosté většiny plemen a koní. Nejčastěji se vyskytuje u plnokrevníků a jejich kříženců ve věku mezi 2. a 15. rokem života. Tento syndrom postihuje koně téměř ve všech jezdeckých soutěžích a her, na všech úrovních obtížnosti a také v kterékoliv fázi zátěže. Přesto lze zaznamenat jeho častější výskyt v některých fázích soutěží, jako jsou například fáze C a na konci 10 minutové pauzy při soutěžích všestrannosti. (Harris, 2000) Ojedinelý výskyt ERS je častý u vytrvalostních koní. V důsledku vysoké tělesné teploty, ztráty tekutin a elektrolytů a navíc vyčerpání svalových energetických zásob, může docházet u soutěží, které se konají v horkých a vlhkých dnech u vnímavých koní k projevům ERS. (Valberg and McKenzie, 2005)

Mezi chronické svalové myopatie, které mohou být geneticky založené, patří myopatie ze střádání polysacharidů (Polysacharide storage myopathy – PSSM) či rekurentní rhabdomyolýza (recurrent exertional rhabdomyolysis – RER). PSSM postihuje především koně plemene quarter horse a jejich příbuzné jako jsou painti a appaloosy. Je to onemocnění projevující se ukládáním glykogenu v kosterní svalovině, kdy dochází k abnormální

akumulaci glykogenu. RER často postihuje anglické plnokrevníky, klusáky a arabské plnokrevníky. U anglických plnokrevníků vede tento genetický defekt regulace intracelulárního vápníku při zátěži k nadměrným svalovým kontrakcím a nekrotickým. (Valberg and McKenzie, 2005)

Ačkoli mají tyto myopatie rozdílnou etiologii, má pro koně dieta se zvýšeným obsahem tuku a sníženým obsahem škrobů blahodárné účinky. (Valberg and McKenzie, 2005) Koně s RER mají většinou střední až vysoké požadavky na energii, proto potřebují dodat mnohem více kalorií, než se nachází v píce a než potřebují koně s PSSM. Krmivo by tedy mělo obsahovat vysoký obsah tuku, nízký obsah škrobů a významnou dávku energie ve formě fermentované vlákniny. Koně s PSSM potřebují vyšší koncentraci živin a potřeba energie v dietě není tak vysoká. (Pagan, 2009)

4 Závěr

Výživa koní byla po staletí založena na příjmu píce a jadrných krmiv. Se zvyšujícími se nároky na výkonnost koně, a tedy i na jeho energetický výdej, je potřeba účelným způsobem přihlídnout ke složení krmné dávky. Jadrná krmiva jsou pro koně vynikajícím a rychle dostupným zdrojem energie. Tuky jsou nejbohatším, ale pomalu se uvolňujícím zdrojem energie. Přidaný tuk snižuje glykemický index krmné dávky a tudíž snižuje hladinu glukózy v krvi, a může tak zpozdit nástup únavy při dlouhotrvajícím tréninku.

Významnou roli v přidávání tuků do krmné dávky koně hraje stravitelnost tuků v tenkém střevě, kde jsou z největší části vstřebávány. Ze studií vyplývá, že rostlinné oleje jsou stravitelné velmi dobře a živočišné tuky jsou stravitelné hůře. Dalším faktorem je množství přidaného oleje do krmné dávky. Zde studie uvádějí, že bezproblémové přijímání oleje je v rozmezí mezi 5–15 % tuku v krmné dávce. Přesné množství, které koním nezpůsobí zdravotní problémy a bude mít pozitivní vliv na výkon koně, však dosud není dostatečně známo. V praxi se však můžeme setkat s přidáním až 1 litru rostlinného oleje do krmné dávky.

V případě, že je třeba doplnit energii v krmné dávce koně, využívají se většinou koňmi nejlépe přijímané a ekonomicky dostupné oleje. Mezi tyto oleje řadíme sójový, slunečnicový anebo olej z kukuřičných klíčků. Lněný a rybí olej se doporučují podávat pro podporu organismu a na doplnění n-3 mastných kyselin v organismu. Lněný olej, nebo obecně lněné semínko se přidává v reprodukčním období, pro lepší průběh březosti klisen a lepší motilitu spermií u hřebců.

Limitující množství přidaného tuku tedy ještě není zcela známo, ale jeho vliv na organismus koně při zátěži je poměrně s dobrými výsledky prozkoumán. Podle studií koním větší množství tuku nezpůsobuje žádné zdravotní problémy a může zlepšit zdravotní stav koně.

5 Seznam literatury

- Baranyk, P. (eds.). 2010. Olejniny. Profi Press s.r.o. Praha. 205 s. ISBN: 978-80-86726-38-0
- Bergerová, K. 2011. Rostlinné oleje pro koně. [online] AMINO [cit: 2014-24-3] Dostupné z: www.centrumkrmiv.cz
- Borecký, V., Stiffel, R. 1995. Olejniny. ÚVTIP. Nitra
- Calder, P. C. 2009. New Hot Papers : Discusses N-6 and N-3 Fatty Acids. [online]. Science watch [cit. 2013-07-03]. Dostupné z: <http://archive.sciencewatch.com>
- Crandell, K. G., Pagan, J. D., Harris, P., Duren, S. E. 1999. A comparison of grain, oil and beet pulp as energy sources for the exercised horse.[online] Kentucky Equine Research. p. 485-489. [cit: 2014-24-3] Dostupné z: www.ker.com
- Delobel, A., Fabry, C., Schoonheere, N., Istasse, L., Hornic, J. L. 2007. Linseed oil supplementation in diet for horses: Effects on palatability and digestibility. [online] University of Liège. Belgium. [cit: 2014-03-30] Dostupné z: www.livestockscience.com
- Dunnett, C. E. 2005. Dietary lipid form and function. [online] Independent Equine Nutrition. Newmarket. p. 17. [cit. 2013-12-28] Dostupné z: www.ker.com
- Dušek, J. 2007. Chov koní. Brázda. Praha. 398 s. ISBN: 80-209-0352-6
- FAO. 2010. Fats and fatty acids in human nutrition: Report of an expert consultation. Food and agriculture organization of the united nations. Rome. p. 166. ISBN: 978-92-5-106733-8
- Frank, N. 2007. Diagnosis and management of insulin resistance and equine metabolic syndrome in horses. [online] University of Tennessee. University of Nottingham. p. 6. [cit: 2014-03-29] Dostupné z: www.lloydinc.com
- Geor, R. J., Harris, P. A., Coenen, M. 2013. Equine applied and clinical nutrition. Elsevier. 673 p. ISBN: 978-0-7020-3422-0
- Hall, J. A., Saun, R. J., Wander, R. C. 2004. Dietary (n-3) fatty acids from menhaden fish oil alter plasma fatty acids and leukotriene B synthesis in healthy horses. [online] American

College of Veterinary Internal Medicine . Doi: 10.1111/j.1939-1979.2004.tb02635.x. [cit: 2014-03-30] Dostupné z: onlinelibrary.wiley.com

Hallebeek, J.M., Beynen A.C. n. d. Dietary fats and lipid metabolism in relation to equine health, performance and disease. Faculty of Veterinary medicine. Utrecht University. 34 s.

Harris, P. A. 2000. Myopatie koní a jejich vztah k výživě – sborník referátů. Veterinární a farmaceutická univerzita Brno. Brno. 39 s.

Harris, P.A., Pagan, J.D., Crandell, K. G., Davidson, N. 1999. Effect of feeding Thoroughbred horses a high unsaturated or saturated vegetable oil supplemented diet for 6 month following a 10 month fat acclimation.[online] Kentucky Equine Research. p. 468-474. [cit: 2014-03-23] Dostupné z: www.ker.com

Hintz, H. F. 2000. Equine nutrition update. Cornell University. p. 62-79

Holeček, M. (2006). Regulace metabolismu cukrů, tuků, bílkovin a aminokyselin. Grada Publishing, a. s. Praha. 288 s. ISBN: 8024715627

Lněný olej.[online]. [cit. 2013-12-13] Dostupné z: <http://www.fitlife.cz/lneny-olej>

Martinů, M. 2007. Studium vlastností různých rostlinných olejů. [online] Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně. Fakulta chemická. Brno. 132 s.

Meyer, H., Coenen, M. 2003. Krmení koní, současné trendy ve výživě. Euromedia Group, k. s. - Ikar. Praha. 254 s. ISBN: 8024902648

Mouton, G. 2012. Kouzlo mastných kyselin v každém věku. [online] [cit. 2014-03-29] Dostupné z: www.protistarnuti.cz

Mourek, J. 2007. N-3 mastné kyseliny, přehled účinků a jejich interpretace. In: Mourek, J., eds.). 2007. Mastné kyseliny N-3, zdravý a vývoj. TRITON. Praha. 174 s. ISBN: 9788072549177

O'Connor, C. I., Lawrence, L. M., St. Lawrence, A. C., Janicki, K. M., Hayes, S. 2004. The effect of dietary fish oil supplementation on exercising horses.[online] Michigan state University.[cit: 2014-03-30] Dostupné z: www.scopus.com

- Orthofer, F. T., 2005. Rice Bran Oil. Bailey's Industrial Oil and Fat Products. [online] DOI: 10.1002/047167849x.bio015 [cit: 2014-03-24] Dostupné z: onlinelibrary.wiley.com
- Pagan, J. D. 2005a. Feeding management of horses under stressful conditions. [online] Versailles. Kentucky Equine Research. s. 107-120. ISBN 1-904761-28-3. [cit. 2014-01-15]. Dostupné z: www.ker.com
- Pagan, J. D. 2010. Feeding the Elite Sport Horse at International Competitions. [online] Proceedings of the 2010 Kentucky Equine Research Nutrition Conference. s. 1-5. [cit. 2014-01-17] Dostupné z: www.ker.com
- Pagan, J. D. 2005b. Nutriční management koně. [online] Kentucky Equine Research, 19 s. [cit. 2013-12-05] Dostupné z: http://cehis.cz/publik_syst/files11/Nutricni%20management%20kone.pdf
- Pagan, J.D. 2009. Nutritional management of metabolic disorders. [online] Kentucky equine research. p. 8. [cit: 2014-03-30] Dostupné z: www.ker.com
- Pagan, J. D., Burger, I. and Jackson, S. G. 1995. The long term effects of feeding fat to 2-year-old Thoroughbreds in training. [online] Equine Veterinary Journal, 27: 343–348. doi: 10.1111/j.2042-3306.1995.tb04949.x [cit. 2013-12-27] Dostupné z: www.ker.com
- Pagan, J. D. 1994. Nutrient digestibility in horses. [online] Equine Kentucky Research. p. 8. [cit: 2014-03-23] Dostupné z: www.ker.com
- Reece, W. O. 1998. Fyziologie domácích zvířat. Grada Publishing. Praha. 456 s. ISBN: 80-7169-547-5
- Suchy, P., Straková, E., Herzig, I. 2008. Kvalita rostlinných olejů a jejich význam z hlediska zdraví zvířat a možnosti ovlivnění nutriční hodnoty potravin živočišného původu. [online] Praha,. [cit. 2013-12-20] Dostupné z: <http://www.vuzv.cz/>
- Švehlová, D. 2011. Je krmení koní tukem skutečně zdravé. [online]. Equichannel. [cit. 2013-12-14] Dostupné z: <http://www.equichannel.cz/je-krmeni-koni-tukem-skutecne-zdrave#comments-list>
- Švehlová, D. 2009. Equinní rezistence na inzulín. [online] Equichannel. [cit. 2014-03-29]

Velíšek, J. 2002. Chemie Potravin 1.OSSIS. Tábor. 331 s. ISBN: 8086659003

Zeyner, A., Bessert, J., Gropp, J. M. 2002. Effect of feeding exercised horses on high-starch or high-fat diets for 390 days. [online] University of Leipzig. p. 50-57. [cit: 2014-23-3] Dostupné z: www.ker.cz

Slováčková, L. 2013. Zastoupení mastných kyselin v netradičních olejích. Diplomová práce. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně. Fakulta technologická. Zlín. 111 s.

Valberg, S., McKenzie, E. 2005. Feeding fat to manage muscle disorders. [online] University of Minnesota. p. 11. [cit: 2014-29-3] Dostupné z: www.ker.com

Zeman, L. Hodboď, P. 1997. Výživa a technika krmení koní. Praha. Ústav zemědělských a potravinářských informací. 57 s. ISBN: 80-86153-26-6.

Zeman, L., Šajdler, P. 2002. Potřeba živin a tabulky výživné hodnoty krmiv pro koně. MZLU. Brno. 106 s. ISBN: 80-7157-570-4