



Fakulta zemědělská
a technologická
Faculty of Agriculture
and Technology

Jihočeská univerzita
v Českých Budějovicích
University of South Bohemia
in České Budějovice

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH

FAKULTA ZEMĚDĚLSKÁ A TECHNOLOGICKÁ

Katedra zootechnických věd

Bakalářská práce

Vliv vybraných faktorů na biochemické parametry krve u koní

Autorka práce: Sofie Zelenková

Vedoucí práce: Ing. Michaela Horčíčková, Ph.D.

Konzultant práce: prof. Ing. Jan Trávníček, CSc.

České Budějovice
2023

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem autorem této kvalifikační práce a že jsem ji vypracoval(a) pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu použitých zdrojů.

V Českých Budějovicích dne

.....
Podpis

Abstrakt

Tato práce na téma „Vliv vybraných faktorů na biochemické parametry u koní“ se zabývá zhodnocením látkového metabolismu u zvolených skupin koní v definovaných nutričních a chovatelských podmínkách a určením případných metabolických rizik a způsobem jejich řešení. Látkový metabolismus byl hodnocen pomocí vybraných biochemických parametrů, které byly porovnávány mezi sportovními koňmi a koňmi využívaných k výuce jezdeckví na Školním statku v Humpolci. Z každé skupiny bylo vybráno pět koní, u kterých byly vyhodnoceny chovatelské a nutriční podmínky, fyziologický stav, možné příčiny poruch látkového metabolismu a návrhy řešení.

Naše výsledky se shodovaly s výzkumy jiných studií, avšak nebyl zde statisticky významný rozdíl hodnot zkoumaných biochemických parametrů mezi sledovanými skupinami koní. Rozdíl byl patrný mezi jednotlivé odběry.

U alkalické fosfatázy byl u některých koní zjištěna její zvýšená aktivita. Hodnoty cholesterolu byly nejnižší v jarním období a byly mimo fyziologické rozmezí. Byly zjištěny nižší hodnoty vápníku v letním období, které mohou být způsobeny jeho nedostatečným příjmem. Naopak hodnoty hořčíku překračují referenční rozmezí a mohou být způsobeny jeho nadbytečným příjmem nebo onemocněním ledvin. Narušení metabolického stavu může být způsobeno různými onemocněními jako je například equinní metabolický syndrom, vývojová ortopedická onemocnění, hyperlipemie nebo laminitida.

Klíčová slova: krev, kůň, metabolické profilové testy

Abstract

This thesis on the topic "The influence of selected factors on biochemical parameters in horses" deals with the evaluation of metabolism in selected groups of horses under defined nutritional and breeding conditions and the determination of possible metabolic risks and their solution. Substance metabolism was evaluated by means of selected biochemical parameters, which were compared between sport horses and horses used for riding lessons at the School Farm in Humpolec. Five horses were selected from each group and their breeding and nutritional conditions, physiological status, possible causes of metabolic disorders and proposed solutions were evaluated.

Our results agreed with those of other studies, but there was no statistically significant difference in the values of the investigated biochemical parameters between the studied groups of horses. The difference was noticeable between the individual sampling groups.

Alkaline phosphatase was found to be in excess in some horses. Cholesterol values were lowest in the spring period and were outside the physiological range. Calcium values were found to be lower in the summer period, which may be due to insufficient calcium intake. Conversely, magnesium values exceeded the reference range and may be due to excess intake or kidney disease. Metabolic impairment can be caused by various diseases such as equine metabolic syndrome, developmental orthopaedic diseases, hyperlipemia or laminitis.

Keywords: blood, horse, metabolic profile tests

Poděkování

Děkuji vedoucí bakalářské práce Ing. Michaele Horčíčkové, Ph.D. a konzultantovi prof. Ing. Janu Trávníčkovi, CSc. za cenné rady, odborné vedení a čas, který věnovali mé práci. Dále Školnímu statku Humpolec za možnost provedení experimentu na školních koních a všem majitelům soukromých koní, kteří mi taktéž umožnili sledování provést. Nakonec pak MVDr. Petrovi Pejchalovi za realizaci odběru vzorků a laborantkám z hematologické laboratoře katedry zootechnických věd Fakulty zemědělské a technologické JU v ČB za stanovení laboratorních výsledků.

Obsah

Úvod.....	8
1 Literární přehled.....	9
1.1 Význam a funkce krve.....	9
1.2 Fyzikální vlastnosti krve	9
1.3 Chemické složení krve	10
1.3.1 Erytrocyty.....	11
1.3.2 Leukocyty.....	11
1.3.3 Trombocyty	12
1.4 Faktory ovlivňující stálost vnitřního prostředí	13
1.4.1 Stres.....	13
1.4.2 Technologie chovu a ošetřování koní	15
1.4.3 Fyzická zátěž.....	15
1.4.4 Výživa a krmení koní.....	16
1.5 Biochemické vyšetření krve	18
1.6 Sledované biochemické parametry.....	18
1.6.1 Glukóza	18
1.6.2 Celková bílkovina	18
1.6.3 Močovina	19
1.6.4 Cholesterol	19
1.6.5 Triacylglyceroly (TAG)	19
1.6.6 Alaninaminotransferáza (ALT).....	20
1.6.7 Aspartátaminotrasferáza (AST)	20
1.6.8 Kreatinikináza (CK).....	20
1.6.9 Alkalická fosfatáza (ALP).....	21
1.6.10 Gama-glutamyltransferáza (GMT).....	21

1.6.11	Vápník	22
1.6.12	Fosfor	22
1.6.13	Hořčík.....	23
1.7	Referenční hodnoty	23
1.8	Nejvýznamnější metabolické poruchy u koní	24
1.8.1	Poruchy růstu a vývoje kostry	24
1.8.2	Equinní metabolický syndrom	24
1.8.3	Kolika.....	24
1.8.4	Laminitida spojená s výživou	25
1.8.5	Hyperlipemie.....	25
2	Cíl práce	26
3	Materiál a metodika.....	27
3.1	Charakteristika sledovaných koní.....	27
3.2	Odběr vzorků.....	27
4	Výsledky a diskuse.....	29
4.1	Vyhodnocení vlivu krmné dávky a fyzické zátěže na biochemické parametry	29
4.2	Vyhodnocení vlivu sezóny na biochemické parametry	29
4.3	Vyhodnocení jednotlivých ukazatelů	31
4.4	Minerální profil	39
	Závěr	46
	Seznam použité literatury.....	47
	Seznam tabulek	53
	Seznam grafů.....	54
	Seznam zkratk	55
	Přílohy	56

Úvod

Význam chovu koní se v uplynulých několika tisíciletí již několikrát změnil. Prvotním důvodem domestikace koně bylo zajištění základních životních potřeb jako je obživa. Později se kůň stal nezbytným pro rozvoj kultury, sloužil k dopravě, jako tažné zvíře při obdělávání půdy, ale také při obraně.

V dnešní době se přesouvá jeho využití z hospodářské oblasti do oblasti sportovní a kulturní. Sportovní využití stále roste a s ním stoupá i množství jezdeckých a voza-tajských disciplín. Spousta lidí jízdu na koni považuje za určitý způsob odpočinku a relaxace. Koně lze využít také k hyporehabilitaci.

Díky šlechtění, pečlivě vypočítané krmné dávce a dostupnosti možnosti krmení stoupá výkonnost koně. V průběhu tréninku však může dojít k jejímu snížení, neboť mnoho chovatelů i majitelů opomíjí potřebu přirozeného projevu tohoto zvířete. Pokud je mu v tom zabráněno, dochází k poruchám chování, odrazí se to na jeho psychice i zdraví. Další příčinou špatného zdravotního stavu je držení koně ve špatných podmínkách, nevhodně sestavená krmná dávka nebo nevhodná zátěž.

Následkem zmíněných příčin může dojít k porušení metabolické rovnováhy, což vede k rozvoji onemocnění koně. K odhalení poruch zdravotního stavu nám pomáhají metabolické profilové testy, které chovatele upozorní na výskyt onemocnění ještě před objevením klinických příznaků.

1 Literární přehled

1.1 Význam a funkce krve

Krev je tělní tekutina červené barvy, která proudí v krevních cévách a umožňuje rytmické stahy srdce (Marvan, 1998).

Zajišťuje v organismu důležité fyziologické funkce jako je transport plynů, přívod kyslíku z plic ke všem buňkám a odvod oxidu uhličitého z buněk do plic (Fransson et al., 2009). Podílí se na udržení stálosti vnitřního prostředí, účastní se transportu živin, vitaminů, hormonů a dalších biologicky aktivních látek. Krev má také funkci exkreční, odvádí z tkání zplodiny metabolismu k ledvinám, plicím a kůži (Sláma et al., 2015). Dále plní ochrannou funkci díky určitým druhům bílých krvinek, které fagocytují mikroby, částice cizorodých bílkovin a jiných škodlivin, které pronikly do organismu. V boji proti infekcím se uplatňují protilátky, nebuněčné složky, především imunoglobuliny (Sova, 1990).

Oběhová soustava je zatěžována při fyzické zátěži, produkci nebo při výrazných změnách vnějšího prostředí. Jakákoliv zátěž se v krvi odráží, z toho důvodu je pozorování složení krve významným kritériem pro posouzení fyziologického stavu organismu, a tím i pro veterinární diagnostiku (Reece, 1998).

1.2 Fyzikální vlastnosti krve

Krev se skládá z tekuté složky (krevní plazma) a krevních buněk. Krevní plazma tvoří asi 60 % objemu krve, krevní buňky zbylých 40 %. Asi 50 % krve nalezneme v krevním oběhu, zbytek ve slezině, játrech a kůži. Co se týče množství krve, je celkový objem ovlivněn hned několika faktory – výživným stavem zvířete, jeho věkem, graviditou, laktací či jeho pracovní zátěží (Sova, 1990). Marvan (1998) uvádí celkové množství krve u savců 7-9 % živé hmotnosti jejich těla. Objem krve u koní je 9,8 % (7-10 %) váhy těla (Bukvaj et al., 1971).

Barva krve je červená, což je způsobeno obsahem hemoglobinu v červených krvinkách. Může být jasně červená až modravě fialová, podle nasycení hemoglobinu kyslíkem (Reece, 1998). Hustota krve hospodářských zvířat se pohybuje od 1,042 do 1,053. Vazkost je dána přítomností krvinek a bílkovin a je čtyřikrát až pětikrát vyšší než vazkost vody. Osmotický tlak krve vychází především z obsahu NaCl a bílkovin a u savců odpovídá koncentraci 0,95 % a NaCl a tlaku 680 kPa (Jelínek et al., 2003).

Teplota krve je o něco málo vyšší než tělesná teplota naměřená v konečníku. Chut' je mírně slaná a pach nespecifický. Další veličinou krve je pH, které je relativně stálé a u savců se pohybuje v rozmezí 7,3-7,5, přičemž odklon na obě strany o 0,3-0,4 může způsobit smrt (Bukvaj et al., 1971).

Při příliš vysoké zátěži nebo při patologických stavech zvířat dochází ke změnám vyjmenovaných parametrů mimo jejich fyziologické rozpětí (Jelínek et al., 2003).

1.3 Chemické složení krve

Hlavní složkou krve je krevní plazma, která je slámově zabarvená a jejíž součástí jsou červené krvinky, bílé krvinky, krevní destičky a dále tuky, bílkoviny, chemické látky, hormony, vitaminy a enzymy (Higgins et al., 2013). Krevní plazma obsahuje asi 92 % vody a organické a anorganické látky v relativně stálých koncentracích. Anorganické látky jsou zastoupeny hlavně vápníkem, fosforem, hořčíkem, sodíkem, draslíkem, chloridy atd. (Doubek et al., 2010).

Koncentrace organických a anorganických látek je za fyziologických podmínek v tzv. referenčním rozmezí, které je dáno především druhovou příslušností, věkem, pohlavím a dalšími faktory (Sláma et al., 2015). Obsah jednotlivých složek kolísá v různém rozsahu průměrných hodnot. Nejvýrazněji se to týká úrovně glukózy, sodíku a vápníku. Při poruchách látkového metabolismu dochází ke změnám stavu krevních parametrů mimo fyziologické rozpětí (Jelínek et al., 2003).

Nejvíce zastoupenou organickou složkou jsou plazmatické bílkoviny v koncentraci od 50 do 80 g.l⁻¹ a jsou zastoupeny albuminy a globuliny. Poměr mezi nimi se označuje A/G kvocient. U každého druhu zvířete jsou hodnoty jednotlivých krevních bílkovin relativně stálé. Albuminy se podílejí na udržování osmotického tlaku a transportu některých látek, např. tyroxinu a mastných kyselin (Sláma et al., 2015). Imunoglobuliny se vytvářejí v organismu jako odpověď na setkání s cizorodými látkami vysokomolekulárního charakteru, které působí jako antigen. Tvorba protilátek je složitý sled reakcí a jejím konečným cílem je likvidace antigenní škodliviny (Sova, 1990). Na procesu srážení a tvorbě krevního koláče se podílejí bílkoviny fibrinogen a protrombin (Marvan, 1998).

Krevní plazma obsahuje složky nebílkovinné jako je například glukóza, která je důležitá z hlediska výživy buněk a je nepostradatelná pro tvorbu laktózy (mléčného cukru) (Sláma et al., 2015). Glukóza je nejdůležitějším monosacharidem v organismu,

sloužící jako zdroj energie buněk. Je získávána štěpením z potravy v tenkém střevě, odbouráváním zásobního glykogenu nebo glukoneogenezí. Glukoneogeneze je tvorba glukózy z glukoplastických aminokyselin, glycerolu, těkavých mastných kyselin, laktátu a ketokyselin. Tento proces probíhá v játrech a jeho intenzita závisí na potřebě energie, kterou organismus vyžaduje (Jelínek et al., 2003).

Další složkou krevní plazmy je močovina, která je konečným produktem katabolismu bílkovin (Sláma et al., 2015). Amoniak je v játrech odbouráván právě na močovinu, která se ze 40 % resorbuje a jinak je vylučována ledvinami (Doubek et al., 2010).

Cholesterol je základní strukturní lipid membrán a vnější vrstvy plasmatických lipoproteinů, které ho transportují do krve. Volný cholesterol je transportován do jater a přeměněn na žlučové kyseliny (Murray, 2002). Cholesterol tvoří substrát pro tvorbu steroidních hormonů, žlučových kyselin (Doubek et al., 2010) a vitamínu D3 (Tieu et al., 2012). Současně je přijímán potravou a jeho biosyntéza probíhá ve všech tkáních, především v játrech a mozku, z acetyl-CoA (Matušková et al., 2014).

1.3.1 Erytrocyty

Erytrocyty neboli červené krvinky jsou malé buňky binkokávního tvaru, který poskytuje buňce větší plochu povrchu pro výměnu plynů (OpenStax College, 2013). V procesu maturace ztrácí erytrocyt jádro, mitochondrie a ribozomy. Hlavní funkcí erytrocytů je přenos dýchacích plynů pomocí krevního barviva – hemoglobinu. Ten je složen z globinu a hemu. Globin tvoří 96 % podílu, je syntetizován v ribozomech a je uspořádán do 4 řetězců. V molekule hemu se nachází dvojmocné železo, na které je vázán kyslík, syntéza hemu probíhá v mitochondriích a cytosolu (Doubek et al., 2003). Velikost i počet erytrocytů je druhově rozdílný (Marvan, 1998). Erytrocyty jsou vysoce závislé na glukóze, která slouží krvince jako zdroj energie. Nemají žádné organely jako jsou mitochondrie, tudíž nejsou metabolicky aktivní (Murray, 2002).

1.3.2 Leukocyty

Bílé krvinky zajišťují v organismu především funkce obranné. Jsou vždy jaderné, bezbarvé a mají kulovitý tvar. Podle přítomnosti specifických granulí a podle tvaru jádra je dělíme na granulocyty a agranulocyty (Marvan, 1998).

Charakteristikou granulocytů je právě přítomnost granulí a jádra v cytoplazmě. Členíme je podle afinity k barvivům na neutrofilní, bazofilní a eosinofilní (Doubek et

al., 2003). Neutrofilní granulocyty mají v cytoplazmě drobná černohnědá zrna, která se barví zčásti bazickými, zčásti kyselými barvivy růžově. Neutrofilny jsou schopny aktivního améboidního pohybu a fagocytózy cizorodých mikroorganismů. V boji proti mikrobům využívají enzymatických systémů a jsou k nim přitahovány díky principu pozitivní chemotaxe. Délka života neutrofilů jsou 2-4 dny (Ledvina et al., 2004; Marvan, 1998). Eosinofilní granulocyty mají především okrouhlý tvar a jádro většinou se dvěma segmenty. Granuly jsou velké, při barvení přijímají eozin a jsou tak jasně červené. V krvi žijí maximálně jeden týden a jsou také schopny fagocytózy (Doubek et al., 2003). Bazofilní granulocyty jsou nejméně početnou skupinou, jejich hrubá cytoplazmatická granula se barví zásaditými barvivy modře. Jádro má často dva segmenty. Podle Marvana, 1998 jsou schopny fagocytózy, avšak jejich význam v organismu není zcela objasněn.

Agranulocyty neobsahují ve své cytoplazmě žádné specifické sekundární granule, zralé buňky však mohou obsahovat primární granule nebo vakuoly. Mezi agranulocyty řadíme monocyty a lymfocyty (Doubek et al., 2003). Monocyty jsou velké buňky s podlouhlým, ledvinovitým nebo laločnatým jádrem, které může a nemusí být uloženo ve středu buňky. Jejich hlavní uplatnění je ve tkáních, neboť jsou schopny fagocytovat cizorodé částice, enzymaticky je rozrušovat nebo pouze skladovat (Bukvaj et al., 1971). Lymfocyty jsou specializované buňky uplatňující se v imunitních procesech, kolují nepřetržitě mezi krví a lymfou (Jelínek et al., 2003). Rozdělujeme je na T lymfocyty, které se účastní buňkami zprostředkovaných imunitních reakcí a mimo jiné stimulují B lymfocyty k produkci protilátek. V periferní krvi je jich zhruba 70 %. B lymfocyty produkují ve své cytoplazmě imunoglobuliny a jejich typickým znakem je právě přítomnost těchto protilátek na povrchu buňky. V periferní krvi se jich nachází asi 25 % (Doubek et al., 2003).

1.3.3 Trombocyty

Trombocyty jsou bezjaderné buňky, které vznikly zaškrcením části megakaryocytu. Obsahují aktivní mikrotubuly, bohaté na lysozomy a jiné typy granul (Ledvina et al., 2004). Jejich hlavním úkolem je účast na zástavě krvácení (hemostáze). Při porušení endotelu cév přilnou (adheze) aktivované trombocyty v místě poranění a vzájemným spojením (agregace) těchto krevních částic se vytvoří hemostatická zátka. Díky následující aktivaci mechanismů dochází k procesu srážení krve (Sláma et al., 2015).

1.4 Faktory ovlivňující stálost vnitřního prostředí

Stálost vnitřního prostředí neboli homeostáza je soubor dějů přeměny energie a živin, jejich transport, transport kyslíku, odpadních látek (katabolitů) a nejrůznějších působků (hormonů, enzymů, minerálních látek, vitaminů, apod.). Pojmem vnitřní prostředí rozumíme extracelulární prostory (krevní plazma, lymfa, intersticiální tekutina) a intracelulární prostory. Homeostáza zajišťuje stabilitu osmolality, iontového složení, pH a termoregulaci (Hanák a Olehla, 2010). Vnitřní prostředí je v interakci s prostředím vnějším, Kittnar et al., 2011 uvádí, že organismus je otevřený systém, který vyměňuje hmotu a energii s okolím přes bariéry chránící vnitřní prostředí organismu. Homeostázu společně řídí endokrinní a imunitní systém. Endokrinní systém zajišťuje, aby se hodnoty základních faktorů a živin udržovaly v mezních hodnotách. Imunitní systém řeší lokální poruchy tkáňové homeostázy způsobené patogeny nebo špatně fungujícími buňkami (Wensveen et al., 2021).

1.4.1 Stres

Schopnost organismu reagovat na podněty, které mohou narušit homeostázu, je pro zvířata nepostradatelná. Pakliže by nedošlo k vyloučení stresových hormonů, kůň by nezareagoval dostatečně rychle při útěku před nebezpečím, nebo při souboji o právo na rozmnožování (Ayala et al., 2010).

Stres je zvláštním druhem adaptačních reakcí, které jsou vyvolávány různými typy stresorů. Biologickým významem stresu je příprava organismu na zvládnutí extrémních vlivů prostředí a cílem je upravit narušenou homeostázu. Stres je nutný a prospěšný, nesmí však překročit meze adaptability pod a nad základní fyziologické hodnoty (Jelínek et al., 2003). Stres může zvyšovat i snižovat obranyschopnost organismu v závislosti na rozmanitosti faktorů jako je délka trvání stresového stavu nebo reakce jedince na něj či jeho vnímání (Dragoș a Tănăsescu, 2010).

Stresová reakce

Na zátěž v podobě stresu odpovídá organismus tzv. adaptačním syndromem, který má tři fáze. (Sova et al., 1990). První fází je tzv. fáze poplachová nebo pohotovostní, která nastává při náhlém vychýlení metabolismu z rovnováhy (Malinowski et al., 2004). Na počátku mluvíme o tzv. šoku, který je doprovázen silným podrážděním nervové soustavy, zvýšením funkční reakce a vyplavením hormonů dřeně nadledvin v důsledku

náhlého narušení homeostázy. Dochází ke zvýšení plicní ventilace a srdeční činnosti, urychlí se krevní cirkulace. Následuje etapa protišoku, kde se původně neadekvátní reakce značně sníží a přiblíží se skutečným potřebám výkonu (Hanák a Olehla, 2010). Z nadledvin se vyplaví glukokortikoidy a způsobí glukoneogenezi neboli tvorbu glukózy z necukerných zdrojů. Nastává hypoplazie brzlíku, sleziny a mízních uzlin, současně dochází k tvorbě protilátek (imunoglobulinů) a poklesu eosinofilních granulocytů v periferní krvi (Sova et al., 1990). Díky rozkladu bílkovin v těle dochází ke zvýšení exkrece močoviny. Rozkladem tukových zásob se zvyšuje koncentrace cholesterolu, fosfolipidů a triacylglycerolů v krevní plazmě (Jelínek et al., 2003).

Druhou fází je stádium odolnosti, kdy stresor stále působí, ale organismus se přizpůsobil. Pokračuje hypoplazie brzlíku a mízních uzlin, nadledviny tvoří ve velkém množství nadledvinové hormony a nápadně se zvětšuje jejich hmotnost (Jelínek et al., 2003).

V případě, kdy stresor působí příliš dlouho, nebo je příliš silný na to, aby se s ním organismus vypořádal, nastává fáze třetí (Malinowski et al., 2004). Dochází k vyplavení převážné většiny zásob kortikoidů z nadledvin a vyčerpají se rezervy cholesterolu, vitamínu C a jiná důležitých látek. Následkem jsou těžké metabolické poruchy a úhyn zvířete (Sova et al., 1990).

Příčiny stresu

Stres u koní je způsoben mnoha faktory. Mezi ty nejznámější patří například prostředí závodistiště a stáje, přeprava nebo intenzivní trénink. Velkou roli hrají také změny ve stádě nebo přeprava do nové stáje (Ayala et al., 2010).

K dosažení pohody zvířat je třeba zajistit podmínky, které nebudou narušovat jejich pět základních svobod.

1. Svoboda od hladu, žízně a podvýživy
 2. Svoboda od nepohodlí – zajištění ochrany před nepříznivými klimatickými podmínkami a zajištění míst k odpočinku
 3. Svoboda od nemoci, bolesti a zranění – prevence onemocnění, včasná diagnostika a terapie
 4. Svoboda projevu přirozeného chování – zajištění dostatečného prostoru a vybavení, umožnění sociálního kontaktu s ostatními jedinci téhož druhu
 5. Svoboda od strachu a úzkosti – vyloučení podmínek, které způsobují psychické strádání (Staněk, 2009).
-

1.4.2 Technologie chovu a ošetřování koní

Ošetřování koní spočívá v jejich čištění, přikrývání, stříhání, podestýlání, ochraně proti hmyzu a správné péči o končetiny a kopyta. Správným ošetřováním a technologií ustájení dbáme na zdraví a odolnost koní, čímž se prodlužuje jejich využití v chovu či sportu (Dušek, 1999).

V technologii chovu neexistuje pouze jeden optimální způsob ustájení koní a je třeba si uvědomit, že záleží na mnoha faktorech, jaký typ zvolit. V první řadě je důležité vzít v potaz fyziologické a etologické potřeby koně (Švehlová, 2016). Welfare koní se zabývají dva české zákony: Zákon na ochranu zvířat proti týrání (č. 246/92 Sb.) a Veterinární zákon (č. 166/1999 Sb.), jak uvádí Švehlová (2016).

Technologie ustájení má vliv na hladiny kortizolu. Dlouhodobé vystavování koně stresovým podmínkám u něj způsobuje různá onemocnění, která se mohou projevat v průběhu celého života a mohou výrazně ovlivnit jeho potenciál v chovu, sportu či pouze v rekreačním ježdění (Ayala et al., 2010).

„Chovatel je povinen zajistit, s ohledem na druh hospodářského zvířete, stupeň jeho vývoje, adaptaci a domestikaci, životní podmínky odpovídající fyziologickým a etologickým potřebám hospodářských zvířat tak, aby jim nebylo působeno utrpení a byla zajištěna jejich pohoda v souladu se získanými zkušenostmi a vědeckými poznatky“ (Zákon České národní rady č. 246/1992 Sb., na ochranu zvířat proti týrání)

1.4.3 Fyzická zátěž

Fyzická zátěž výrazně ovlivňuje biochemické a fyziologické procesy v organismu koně. Její důsledky se odráží v kondici a zdravotním stavu, který můžeme posoudit díky biochemickým změnám v krvi dříve, než dojde k poškození organismu a metabolickým poruchám (Evans, 2000). Doba trvání fyzické zátěže a její intenzita udávají rozsah fyziologických procesů, velký význam hraje také stupeň trénovanosti. Hlavním cílem výcviku je připravit koně na sportovní zátěž, tím adaptovat jeho organismus, což vede k navýšení výkonnosti a snížení rizika vzniku zranění (Hodgson, 2014).

Adaptace na fyzickou zátěž zahrnuje řadu vzájemně se podmiňujících a na sebe navazujících mechanismů, přičemž dochází k adaptaci všech tělesných systémů koně (Kučera et al., 1999). V procesu tréninkové adaptace roste hladina plazmatických bílkovin až do věku 4–6 let. Dochází také ke změně aktivity některých enzymů, především těch, které mají souvislost s pohybovým aparátem (Hanák a Olehla, 2010). Při opakované fyzické zátěži dochází k zvětšení plicního objemu, tím je oxid uhličitý

účinněji odbouráván z krve a kyslík rychleji vstřebáván. Tomuto procesu napomáhá současné zvýšení počtu erytrocytů a hemoglobinu v periferní krvi (Frape, 2010).

1.4.4 Výživa a krmení koní

Výživa byla odjakživa v chovu koní rozhodujícím faktorem, který ovlivňoval jejich zdraví, sportovní výkony i reprodukci. Tento pojem zahrnuje celý soubor dějů živení zvířete, tedy jak složení krmiva a jeho dávkování, tak i vlastní technologii krmení (Štrupl et al., 1993).

Problematika výživy a krmení koní je složitější oproti ostatním druhům hospodářských zvířat, protože nelze objektivně měřit jejich užitek. Úroveň krmení je dána také individualitou zvířete a je třeba ji přizpůsobit jejich trávicí soustavě (Mudřík, 1997). Výživa je jedním z nejdůležitějších prvků, díky kterým je organismus spojen s vnějším prostředím. Je třeba si uvědomit, že „organismus je biochemickou fotografií prostředí“, ve kterém žije, a výživa má jako dodavatel potřebných látek a živin rozhodující význam pro udržení homeostázy a tím i zdraví a schopnost výkonu jedince (Dušek, 1999).

Biologická hodnota výživy, zdravotní nezávadnost krmiv a technologie krmení mají klíčový význam a přímo ovlivňují zdravotní stav koně. U sportovních koní je třeba v krmné dávce zabezpečit dostatek základních organických živin s dominancí energetické složky (Čermák et al., 1994). Jako energetické měřítko se využívá stravitelná energie. Metabolizovatelná energie by přinesla lepší přesnost, ale současné znalosti o fyziologii trávení a energetické látkové výměně koně nejsou dostatečná pro její použití (Jeroch et al., 2006). Denní potřeba živin se uvádí v množství sušiny a stravitelných dusíkatých látek. Dále se udává denní potřebné množství minerálních látek a denní potřeba beta-karotenu. Krmnou dávku sestavujeme na základě denní potřeby živin určené normou pro příslušnou skupinu koní dle jejich hmotnosti, pracovního využití a u hříbat podle jejich plemenné příslušnosti (Labuda et al., 1982).

Vhodnost krmiv

Krmiva pro koně a způsob jejich podávání má mnohé zvláštnosti, které souvisejí s několikaletými výsledky pokusů a s praktickými zkušenostmi. Tyto zvláštnosti do jisté míry způsobuje citlivost trávicí soustavy koně na jednostranná krmiva podávaná v nadměrném množství. Je třeba mít na paměti, že koně mají dostávat všestranné krmné dávky a jejich složení musí být kvalitní (Kováč et al., 1987).

Kůň je býložravec s jednoduchým žaludkem. Jeho krmná dávka se obvykle skládá ze zelené píce, sena, slámy a zrnin, především ovesa nebo ječmene. Místo obilovin lze použít šroty luskovin, dále je možné zkrmovat okopaniny či kvalitní siláž (Jeroch et al., 2006).

Koně by jako základ stravy měli dostávat především čerstvou píci nebo seno, a to v dávce 1,5 – 2 % jejich tělesné hmotnosti. Nikdy by neměli dostat objemného krmiva méně než jedno procento své tělesné hmotnosti. Existuje mnoho druhů trav vhodných pro koně. Některé je lepší podávat čerstvé, jiné druhy jsou vhodné spíše na seno. Vždy by se mělo jednat o seno nezávadné, bez prachu a plísňe, což závisí na jeho správné sklizni a uchování (Novak a Shoveller, 2008).

Obecně se doporučuje, aby byli koně krmeni spíše dlouhostébelným krmivem. Poskytování píce s dlouhými stonky zvyšuje množství času stráveného u jídla, čímž dochází k lepšímu proslinění, snižování úrovně nudy a s tím souvisejících problémů s chováním (Lardy a Poland, 2001).

Ze zrnin zkrmujeme nejčastěji oves, který podáváme celý nebo mačkaný. Je vhodné ho kombinovat spolu s řezanou slámou. Kůň tak zrna lépe rozkouše a prosliní, čímž se strava stává lépe stravitelnou a využitelnou (Kacarovský et al., 1984). Obilím se nejčastěji krmí koně vysoce aktivní nebo koně se speciálními fyziologickými potřebami. Dospělí či neaktivní koně nepotřebují doplnit krmnou dávku zrnem, pokud mají přístup ke kvalitnímu senu nebo pastvě. Obilí se podává jako doplněk ke zvýšení energie nebo bílkovin (Novak a Shoveller, 2008).

Často se setkáváme se zkrmováním sušených cukrovarnických řízků. Jejich obsah v krmné dávce však nesmí přesáhnout 10 % a je nutné je před podáním namočit asi na jednu hodinu.

Pro koně jsou zajímavé také pšeničné otruby, které obsahují velké množství fosforu, ale téměř žádný vápník. Ten musíme proto doplnit například ve formě krmného vápence (Švehlová, 2009).

Vliv složení krmné dávky na parametry krve

S jakoukoli změnou látkového metabolismu v organismu dochází i ke změně spotřeby minerálních látek. Ty jsou z těla vylučovány výkaly, potem a močí. Nedostatečná výživa, nebo naopak překrmování koně může narušit jeho metabolismus a způsobit zdravotní problémy, které mohou být nevratného charakteru (Švehlová, 2012).

1.5 Biochemické vyšetření krve

Biochemické vyšetření je jedno ze základních a nejdůležitějších vyšetření ve veterinární diagnostice. Patří mezi hlavní ukazatele zdravotního stavu zvířat, vytváří předpoklady pro stanovení správné diagnózy a následné léčby. Základní biochemické ukazatele rozšiřují stanovení specifických proteinů a markerů zánětu, hormonů, stanovení alergenů nebo nádorů (Kraft a Dürr, 2001).

Parametry krevního obrazu jsou ovlivňovány mnoha vnějšími i vnitřními faktory, které se často vzájemně prolínají. Patří mezi ně především druh, věk a pohlaví zvířete, jeho využití a zoohygienické podmínky prostředí. Další změny krevních ukazatelů může vyvolat stres, výživa nebo technologie ustájení, případně změna teploty v různém ročním období (Pavlík, 2014).

K analýze krve se používá nesražená krev, krevní plazma nebo sérum (Jelínek et al., 2003). Parametry se posuzují v daném fyziologickém rozpětí a rozsah těchto hodnot je dán vztahem k metabolickým dějům v organismu zvířat a vytváří součást klinického vyšetření jedinců (Kopřiva, 2011).

1.6 Sledované biochemické parametry

1.6.1 Glukóza

Obsah glukózy klesá při nadměrné zátěži a stoupá při stresu nebo psychickém zneklidnění. Její hladina v krvi (glykémie) dosahuje u monogastričních savců 60-80 % (Jelínek et al., 2003; Bukvaj et al., 1971). Hypoglykémie nastává při nedostatku energie v krmné dávce a při hladovění (Doubek et al., 2010). Nedostatek glukózy může nastat také při nedostatečném množství kyseliny propionové, která je prekurzorem pro její tvorbu (Sláma et al., 2015).

1.6.2 Celková bílkovina

Díky nepřetržité tvorbě, štěpení a zpracování bílkovin se udržuje jejich stálá hladina. K jejich syntéze dochází především v játrech, proto díky primárním změnám metabolismu jater může docházet ke změnám obsahu a vzájemnému poměru plazmatických bílkovin (Boďa et al., 1972).

Za zvýšení celkové bílkoviny v krevní plazmě může stát dehydratace organismu, infekce, chronická zánětlivá onemocnění, patologický stav či použití antibiotik. Ke

snížení obsahu dochází při degenerativních změnách ledvinového parenchymu, enteritidách, endoparazitózách či při dlouhodobém hladovění zvířete. Hlavní příčinou hypoproteinemie je deficit bílkovin v krmné dávce (Doubek et al., 2010; Jelínek et al., 2003; Vervuert a Kienzle, 2013).

1.6.3 Močovina

Koncentrace močoviny u hospodářských zvířat se pohybuje v rozmezí 2,5 – 8,3 mmol/l (Sláma et al., 2015). Její obsah v krvi odráží zejména míru její syntézy a úroveň glomerulární filtrace. Zvýšení hodnot může být způsobeno nadbytečným příjmem bílkovin v krmné dávce, selháním ledvin, dehydratací. Snížení může být zapříčiněno nedostatkem bílkovin v krmné dávce, jaterními a ledvinovými poruchami či aplikací antibiotik (Doubek et al., 2010).

Medixa (2016) upozorňuje, že pokud dojde ke zvýšení hodnot močoviny v krvi, je vhodné se zaměřit na funkci ledvin. Společně s močovinou se posuzuje i hladina kreatininu, který se chová v závislosti na funkčnosti ledvin stejným způsobem. Další příčinou zvýšení hladiny močoviny může být snížené množství krve, která ledvinami proteče, což může být způsobeno ztrátou krve nebo městnáním krve následkem stresu či šoku.

1.6.4 Cholesterol

Koncentrace krevního cholesterolu je závislá na dědičných faktorech, výživě zvířete a způsobu technologie chovu a zacházení se zvířaty (Murray, 2002). Jeho zvýšená hladina se objevuje při nadbytečném příjmu tuků, diabetu, ledvinových a hormonálních poruchách, akutní pankreatitidě, cholestáze a aplikaci kortikoidů. K hypocholesterolemii neboli nedostatku cholesterolu dochází při nedostatečné syntéze způsobené jaterními poruchami a lipomobilizačním syndromem, špatně zvolené krmné dávce se sníženým obsahem tuků nebo při hormonálních poruchách (Doubek et al., 2010).

1.6.5 Triacylglyceroly (TAG)

Triacylglyceroly nebo též triglyceridy jsou estery mastných kyselin a glyceroly vážící se v krvi na lipoproteiny. Jejich nadbytek může být způsoben diabetem mellitem, hormonálními poruchami, cholestázou, akutní pankreatitidou nebo podáváním kortikoidů.

Hypotriacylglycerolemie má příčinu v dlouhodobém nedostatku energie v krmné dávce či různých hepatopatiích (Doubek et. al., 2010).

1.6.6 Alaninaminotransferáza (ALT)

Alaninaminotransferáza je enzym katalyzující přenos aminoskupiny mezi aminokyselinami. Je specifický pro alanin a jeho uplatnění najdeme jak v metabolismu aminokyselin, v jejich syntéze, tak i v katabolizmu. Vyskytuje se téměř výhradně v játrech, konkrétně v cytoplazmě hepatocytů a souvisí také se syntézou močoviny. Do krevního oběhu se dostává při zvýšené permeabilitě buněčné membrány či následkem zánětu (Jabor, 2008).

Při těžkém poškození jater může být aktivita ALT v referenčním rozmezí nebo nižší. U koní není specifickým enzymem. Za zvýšením její aktivity může stát poškození hepatocytů, anemie, pankreatitida nebo obezita. U koní také souvisí s myokarditidou a myopatií (Doubek et al., 2010). Alaninaminotransferáza může také sloužit jako indikátor stresu (Koh et al., 2003).

1.6.7 Aspartátaminotransferáza (AST)

AST je enzym, který se stejně na ALT podílí na přenosu aminoskupin mezi aminokyselinami. Vyskytuje se v játrech, kosterní svalovině, srdci a střevní sliznici, volně v cytoplazmě nebo v mitochondriích. Společně s ALT se využívá k diagnostice hepatocytů (Doubek et al., 2010). U koní je diagnosticky významná při poškození kosterní svaloviny a myopatiích, při poškození srdeční svaloviny nebo onemocnění jater.

Hladina aspartátaminotransferázy je u trénovaných koní vyšší než u koní netrénovaných (Hanák, 1996). Ke zvýšení hodnot dochází především při postižení svaloviny, tedy například při přetrénování, přepětí, schvácení (Kraft, 2001), nebo při poškození hepatocytů, poškození myokardu, při hemolýze nebo obezitě (Doubek et al., 2010).

1.6.8 Kreatinikináza (CK)

Kreatinikináza je specifický svalový enzym, ale lze ho najít i v jiných orgánech. Jeho aktivita se zvyšuje při přímém poškození svalů, pohmožděninách, intramuskulárních injekce dráždivých látek, dále při poškození nepřímém jako je chronické nebo akutní vyčerpání organismu. Hodnoty kreatinikinázy se mohou zvyšovat také při šokových stavech, neadekvátní zátěži nebo při fyzické zátěži netrénovaných koní (Kraft, 2001).

CK zvyšuje svoji aktivitu rychleji než AST, ale nevylučuje myopatii. Při zátěžovém testu na myopatii se její aktivita zvyšuje až dvojnásobně (Doubek et al., 2010). Sledování aktivity CK a AST se využívá hlavně při kontrole stupně trénovanosti jedince a přizpůsobení jeho pohybového aparátu k zátěži v průběhu procesu tréninku (Hanák, 1996).

1.6.9 Alkalická fosfatáza (ALP)

Alkalická fosfatáza je enzym podporující činnost buněk. Je obsažen především v buňkách výstelky žlučových cest, ledvin, střev, kosti, v placentě a leukocytech. V krevní plazmě můžeme stanovit hodnoty jaterní a kostní formy alkalické fosfatázy. Diagnosticky je významná při onemocněních skeletního systému, změnách kostní tkáně a diferenciální diagnostice choroby jater. Zvýšení hladiny ALP pozorujeme u rostoucích hříbat, kde je produkována při výstavbě kostní tkáně. Zvýšené hladiny u dospělých koní jsou patologické a svědčí o zvýšené činnosti osteoklastů, osteoporóze, osteolýze (Hanák, 1996). Doubek et al. (2010) uvádí jako příčiny rostoucí hladiny ALP extrémní fyzickou námahu, onemocnění jater a žlučových cest, sepsi, pankreatitidu, rakovinu, selhání srdce a aplikaci některých léčiv. ALP slouží také jako indikátor stresu (Koh et al., 2003).

1.6.10 Gama-glutamyltransferáza (GMT)

GMT je enzym vyskytující se v řadě parenchymatózních orgánů (Hanák, 1996) především pak v játrech, žlučovodech a ledvinových tubulech. Zajišťuje přenos některých aminokyselin a peptidů do buněk, které chrání proti oxidačnímu stresu. Nadbytek GMT značí nerovnováhu mezi oxidačními a antioxidačními procesy, kdy oxidační procesy převažují. Zvýšení aktivity může být také způsobeno poškozením hepatocytů nebo ledvinových tubulů, cholestázou, anemií nebo pankreatitidou (Doubek et al., 2010). Satué (2022) uvádí, že vysoké hodnoty GMT značí biliární nekrózu či hyperplazii. Dle něj je zvýšená aktivita tohoto enzymu specifická pro onemocnění jater. Ledviny a slinivka břišní nevyvolávají změny GMT.

1.6.11 Vápník

Vápník je všudypřítomný biogenní prvek, který je v organismu zvířat ze všech minerálních látek nejvíce zastoupen, tvoří 1-2 % hmotnosti těla. Z 99 % je obsažen ve skeletu, zbytek v extracelulární tekutině a měkkých tkáních jako součást membránových struktur. Je nepostradatelný v procesu srážení krve. Vápník ovlivňuje permeabilitu membrán, nervosvalovou dráždivost a udržuje napnutí svalstva. V krvi je obsažen v krevní plazmě (Jelínek et al., 2003). Hanák (1996) uvádí, že hladina vápníku je velmi stálá, naopak Jelínek et al. (2003) tvrdí, že jeho hodnoty v organismu stále nejsou, závisí na obsahu vitamínu D.

Hyperkalcemie může být způsobena nadbytkem vitamínu D, metabolickou acidózou, dehydratací či aplikací vápníkových preparátů. Příčiny hypokalcemie mohou být fyťáty v krmné dávce, otrava etylenglykolem, vápníkový deficit nebo aplikace kortikoidů (Doubek et al., 2010).

1.6.12 Fosfor

Fosfor je druhý nejvíce zastoupený minerální prvek v organismu zvířat. Asi 80-90 % je ho uloženo v kostech a zubech, zbývajících 10-20 % v tělních tekutinách a měkkých tkáních. V kostře je uložen ve formě anorganické jako hydroxyapatit, dále jako fosforečnan vápenatý, fosforečnan hořečnatý a fosforečnan sodný. Relativně vysoké koncentrace fosforu nalezneme v červených krvinkách, svalech a v nervové tkáni. Zde se nachází především v organické formě v podobě fosfolipidů, fosfoproteinů, nukloproteinů a dalších. V krevní plazmě je v obou formách, koncentrace organického fosforu je ovšem až čtyřikrát vyšší než u anorganické formy (Jelínek et al., 2003).

Zvýšené hodnoty fosforu mohou být zapříčiněny vysokou dávkou jaderných krmiv a současně nedostatkem krmiv objemných (Hanák, 1996). Nadbytek fosforu také může způsobovat hypervitaminóza vitamínu D. Fosfor je součástí ATP, jehož spotřeba stoupá se zvyšováním intenzity práce koně (Zeman et al., 2005). Nízkou hladinu fosforu v krvi způsobuje alkalóza nebo aplikace kortikoidů a inzulinu (Doubek et al., 2010). Hanák a Olehla (2010) uvádějí, že hladiny vápníku a fosforu jsou v plazmě velmi stabilní i při hrubých zásazích do metabolismu koní, avšak jejich zastoupení v krmné dávce by se mělo zvyšovat, neboť se tyto dva minerální prvky ztrácejí při pocení.

1.6.13 Hořčík

Ve srovnání s vápníkem a fosforem je hořčík v těle zvířat obsažen ve velmi malém množství. 65 až 70 % je ho uloženo v kosterní soustavě, pouze 1 % se nachází v extracelulární tekutině, zbytek nalezneme v měkkých tkáních, především pak ve svalovině, játrech a nervové tkáni. Hořčík je součástí enzymů, jejichž prostřednictvím zasahuje do metabolismu základních živin, aminokyselin, nukleových kyselin, minerálních látek a vitaminu. Ovlivňuje propustnost membrán, nervosvalovou dráždivost a také zasahuje do imunitních reakcí organismu (Jelínek et al., 2003).

Hladina magnezia v krvi je výrazně ovlivněna jeho příjmem v potravě a také v krmných minerálních doplncích (Hanák, 1996). Nadbytek hořčíku v krevní plazmě může být způsoben zvýšeným buněčným katabolismem, metabolickou acidózou nebo onemocněním ledvin. Snížení hladiny hořčíku pak bývá způsobeno jeho nedostatečným příjmem v krmné dávce, průjemem nebo extrémní fyzickou zátěží (Doubek et al., 2010).

1.7 Referenční hodnoty

Při interpretaci výsledků musíme mít k dispozici referenční hodnoty pro určitý parametr u zdravých jedinců. Referenční hodnoty jsou hodnoty získané na základě laboratorního vyšetření při uplatnění standardních metod. Tento pojem nahradil pojem normální hodnota, neboť nelze přesně vymezit hranici mezi zdravým a nemocným jedincem. Výsledky laboratorního vyšetření jsou také ovlivňovány fyziologickými odchylkami, rozdílnými podmínkami a postupy.

Referenční hodnoty jsou ohraničeny dolními a horními referenčními mezemi, mezi nimiž leží referenční interval. Hodnoty mimo něj se neoznačují automaticky za patologické (Doubek et al., 2014). Frap (2010) rozděluje referenční hodnoty parametrů krve v závislosti na pohlaví, věku koně, stupni výkonnosti a dle technologie ustájení.

Nejvhodnější pro hodnocení výsledků jsou referenční hodnoty laboratoře, ve které jsou analýzy prováděny. Existuje však málo laboratoří, které jsou schopny vypracovat vlastní fyziologické hodnoty pro každý druh zvířete, proto se často hodnoty přejímají z odborné literatury nebo od jiných laboratoří. Je nutno znát metodiky, které jednotlivé laboratoře využívají, aby nebyly využívány špatné referenční hodnoty (Dvořák et al., 2015).

1.8 Nejvýznamnější metabolické poruchy u koní

1.8.1 Poruchy růstu a vývoje kostry

Termínem „vývojové ortopedické onemocnění“ zahrnujeme všechny obecné poruchy růstu koní jako je například osteochondróza, což je porucha v endochoriální osifikaci (Jeffcott, 1991), disekující osteochondritida neboli syndrom onemocnění rostoucí chrupavky spojený s epifyzitidou nebo subchondrální cystou (Bourebaba et al., 2019) a subchondrální osteochondritida. Dále sem patří cystické léze chrupavčitého původu a dyschondroplazie neboli poruchy normálního vývoje chrupavky (Harris et al., 2006).

1.8.2 Equinní metabolický syndrom

Equinní metabolický syndrom je označení pro inzulinovou rezistenci spolu s laminitidou a ukládáním tuku v typických partiích (hřeben krku, kořen ocasu) (Zápalková, 2023).

Hlavní úlohou hormonu inzulinu je snížení množství glukózy v krevní plazmě. Tento proces je podporován syntézou glykogenu v játrech a zvýšením aktivního transportu glukózy do různých typů buněk (Baulieu a Kelly, 1990). Inzulin v buňkách stimuluje receptory aktivující buněčný protein, který ovlivňuje glukózový transportér v buňce. Tento transportér zvýší počet transportních kanálů pro aktivní přenos glukózy do buňky (Reece, 2011). V případě inzulinové rezistence vykazují buňky sníženou odpověď na stimulaci inzulinem, glukóza tudíž neprostupuje do buněk, ale zůstává v oběhové soustavě. Zvýšená hladina glukózy v krvi vede ke stimulaci beta buněk pankreasu a tím ke zvýšené produkci hormonu inzulinu. Koně postižení EMS vykazují vysoké hodnoty koncentrace inzulinu a glukózy v krvi (Divers, 2008).

1.8.3 Kolika

Kolika je obecné označení specifické choroby trávicího traktu, které svou povahou, původem vzniku a klinickými projevy rozdílných chorobných stavů patří mezi nejčastější onemocnění koní (Dušek et al., 2007). Naopak Baity et al. (2011) uvádí, že pro koliku není onemocnění správný výraz, neboť se jedná spíše o syndrom, který má mnoho příčin vzniku. Ve svém experimentu zkoumal vliv cirkadiálního rytmu kortizolu na vznik kolikového syndromu. Bylo zjištěno, že nejvíce kolik postihlo koně ve skupině, u které byla stanovena poměrně vysoká hladina vyplavování kortizolu do

krve. Tato skupina byla ustájena trvale v boxech bez přístupu na pastvu a denně opracována pod sedlem. Nejméně se kolika objevovala u koní ustájených pouze na pastvě.

1.8.4 Laminitida spojená s výživou

Laminitida je lokálním projevem závažné systémové metabolické poruchy. Nejčastěji je pravděpodobně spjata s některými faktory krmení a managementu, které zvyšují vznik potenciálního onemocnění bez ohledu na typ nebo plemeno koně. Podávání krmné dávky s vysokým obsahem sacharidů může vést ke vzniku klinických příznaků. Její příčinou může být také vyhánění koní na čerstvou ranní pastvu nebo podávání relativně velkého množství určitého fruktanu (Harris e. al., 2006).

Johnson et al. (2010) uvádí, že o laminitidě se píše v souvislosti se zánětlivými procesy, ale stále více se uznává, že většina případů jejího výskytu je spojena s pastvou, obezitou a inzulinovou rezistencí.

1.8.5 Hyperlipemie

Hyperlipemie je termín pro subklinické a klinické poruchy spojené se zvýšenou hladinou krevního cukru, triacylglycerolů a lipidů. Je charakterizována depresí, anorexií a selháním jater (Harris et al., 2006). Časté podávání stravy s vysokým obsahem sacharidů významně přispívá k nadměrné mobilizaci tuků a vzniku hyperlipidemie (McKenzie, 2010).

2 Cíl práce

Cílem bakalářské práce bylo zhodnotit látkový metabolismus u zvolených skupin koní v definovaných nutričních a chovatelských podmínkách a určit případná metabolická rizika a způsoby jejich řešení.

3 Materiál a metodika

3.1 Charakteristika sledovaných koní

Do experimentu bylo vybráno deset koní ze stáje Školního statku v Humpolci, který spolupracuje s Českou zemědělskou akademií. V souboru bylo sedm koní plemene český teplokrevník, dva koně plemene anglického plnokrevníka a jeden kříženec anglického plnokrevníka s haflingem. Zvířata byla v době pokusu ustájena ve stáji s individuálními boxy a pravidelně pouštěni do výběhu.

Těchto deset koní bylo rozděleno na dvě skupiny po pěti. Jedna skupina je označená jako „školní koně“, ti jsou využíváni k výuce jezdeckví žáků České zemědělské akademie, mají pouze lehkou fyzickou zátěž, v období letních prázdnin jsou prakticky bez zátěže a jsou krmeni mačkaným ovsem třikrát denně. Druhá skupina „sportovní koně“ jsou koně, kteří jsou ve sportovním výcviku s pravidelným tréninkovým plánem, účastní se několikrát do roka závodů, především v létě, a jsou krmeni granulami EquiSan Balance spolu s Equisan Müsli High-Energy také třikrát denně.

3.2 Odběr vzorků

Odběr z krční žíly *vena jugularis externa* byl proveden veterinářem MVDr. Petrem Pejchalem do odběrových zkumavek, které byly řádně označeny. Při odběru byl brán zřetel na to, aby nedošlo k rozrušení koní, které by mohlo způsobit zkreslení výsledků biochemických parametrů. Celkem byly provedeny tři odběry – 2.5.2022, 31.8.2022 a 16.12.2022 (dále jen květen, srpen, prosinec). Vzorky byly co nejdříve dovezeny do hematologické laboratoře na katedru zootechnických věd Fakulty zemědělské a technologické JU v Českých Budějovicích. Stanovení parametrů bylo provedeno z krevní plazmy získané stočením plné krve, která byla odebrána do protisrážlivého přípravku heparinu. Ke stanovení vybraných biochemických parametrů byl použit analyzátor Ellipse.

K posouzení biochemického profilu byly vybrány následující parametry: alkalická fosfatáza, glukóza, gama-glutamylfosfatáza, celková bílkovina, močovina, cholesterol a triacylglyceroly. Do minerálního profilu byl zahrnut vápník, fosfor a hořčík. V tabulce 3.1 a 4.4 jsou uvedeny referenční hodnoty pro tyto parametry. Výsledky byly posuzovány ze získaných dat, byl u nich zjištěn průměr, směrodatná odchylka, maximum a minimum a byly porovnány dle referenčních hodnot.

Tabulka 3.1: Referenční hodnoty vybraných biochemických parametrů krve

	Jednotky	(Kraft, 2001)	(Inlab, 2001)	(Jelínek et al., 2003)	(Doubek et al., 2010)
ALP	μkat/l	≤ 6,6	0,83 - 2,83	0,3 – 2,8	2,4 – 6,6
Glukóza	mmol/l	4,4 – 6,7	3,6 – 6,1	4,7	4,2 – 6,4
GMT	μkat/l	≤ 0,42	-	0,1 – 0,5	0 – 0,2
CB	g/l	55 – 75	57 – 80	75	55 – 75
Močovina	mmol/l	3,3 – 6,7	-	5	3,6 – 8,6
Cholesterol	mmol/l	2,3 – 4,4	1,3 – 3,6	2,2	1,9 – 3,9
TAG	mmol/l	-	-	0,7	0,1 – 0,5

4 Výsledky a diskuse

Výsledky výzkumu byly zpracovány běžnými statistickými metodami v programu Microsoft Office Excel a porovnány s referenčními hodnotami vybraných autorů.

4.1 Vyhodnocení vlivu krmné dávky a fyzické zátěže na biochemické parametry

V tabulce 4.1 jsou uvedeny průměrné (x) hodnoty rozboru krevního séra. Pro jednotlivé parametry byla vypočítána i směrodatná odchylka (sx), maximum (max) a minimum (min). Průměrné i jednotlivé hodnoty byly následně porovnány s referenčními hodnotami uvedenými v tabulce 3.1. Jednotlivé hodnoty všech koní u každého odběru jsou uvedeny v tabulkách v příloze.

Tabulka 4.1: Hodnoty biochemických ukazatelů

		ALP	Glukóza	GMT	CB	Moč.	Chol.	TAG
Jednotky		μkat/l	mmol/l	μkat/l	g/l	mmol/l	mmol/l	mmol/l
Sportovní koně	x	2,85	4,89	0,26	63,39	5,83	2,24	0,33
	sx	0,79	0,48	0,09	3,66	1,07	1,06	0,06
	max	4,79	5,54	0,47	69,70	7,28	3,87	0,54
	min	1,77	3,73	0,11	56,30	4,20	0,76	0,22
Školní koně	x	2,55	4,91	0,21	64,71	5,59	2,33	0,32
	sx	0,55	0,61	0,07	2,61	0,98	1,03	0,06
	max	3,38	6,57	0,34	69,40	7,81	3,57	0,44
	min	1,73	4,13	0,10	60,50	4,26	0,89	0,20

4.2 Vyhodnocení vlivu sezóny na biochemické parametry

V tabulce 4.2 a 4.3 jsou průměrné hodnoty jednotlivých sledovaných ukazatelů u dané skupiny koní uvedeny i s příslušným datem odběru.

Tabulka 4.2: Průměrné hodnoty biochemických ukazatelů u sportovních koní podle sezóny

		ALP	Glukóza	GMT	CB	Moč.	Chol.	TAG
<i>Jednotky</i>		μkat/l	mmol/l	μkat/l	g/l	mmol/l	mmol/l	mmol/l
Květen	x	2,82	4,83	0,20	58,98	6,97	0,91	0,31
	sx	0,49	0,27	0,06	1,80	0,35	0,14	0,07
	max	3,61	5,14	0,28	61,40	7,28	1,17	0,43
	min	2,17	4,42	0,11	56,30	6,36	0,76	0,22
Srpen	x	3,11	5,34	0,22	64,68	5,81	3,25	0,35
	sx	1,06	0,14	0,04	1,54	0,83	0,41	0,04
	max	4,79	5,54	0,28	66,20	6,51	3,87	0,39
	min	1,80	5,17	0,17	61,80	4,20	2,59	0,28
Prosinec	x	2,62	4,50	0,38	66,50	4,71	2,56	0,33
	sx	0,71	0,55	0,06	2,19	0,33	0,60	0,06
	max	3,70	5,15	0,47	69,70	5,10	3,46	0,38
	min	1,77	3,73	0,32	63,60	4,32	1,86	0,25

Tabulka 4.3: Průměrné hodnoty biochemických ukazatelů u školních koní podle sezóny

		ALP	Glukóza	GMT	CB	Moč.	Chol.	TAG
<i>Jednotky</i>		μkat/l	mmol/l	μkat/l	g/l	mmol/l	mmol/l	mmol/l
Květen	x	2,70	4,71	0,21	61,92	6,66	0,94	0,36
	sx	0,50	0,51	0,06	0,71	0,71	0,03	0,05
	max	3,19	5,46	0,30	63,80	7,81	0,97	0,44
	min	1,73	4,13	0,13	60,50	5,59	0,89	0,29
Srpen	x	2,35	5,37	0,17	65,10	5,44	3,37	0,33
	sx	0,47	0,73	0,04	1,66	0,56	0,12	0,03
	max	3,12	6,57	0,20	66,60	6,04	3,57	0,39
	min	1,92	4,65	0,10	62,10	4,46	3,25	0,30
Prosinec	x	2,58	4,64	0,26	67,12	4,67	2,69	0,25
	sx	0,67	0,08	0,08	1,76	0,23	0,18	0,05
	max	3,38	4,69	0,34	69,40	4,82	2,89	0,33
	min	1,81	4,50	0,13	64,70	4,26	2,46	0,20

4.3 Vyhodnocení jednotlivých ukazatelů

V následující části jsou jednotlivé ukazatele zpracovány v grafech, popsány, porovnány s referenčními hodnotami a vyhodnoceny možné příčiny jejich hodnot.

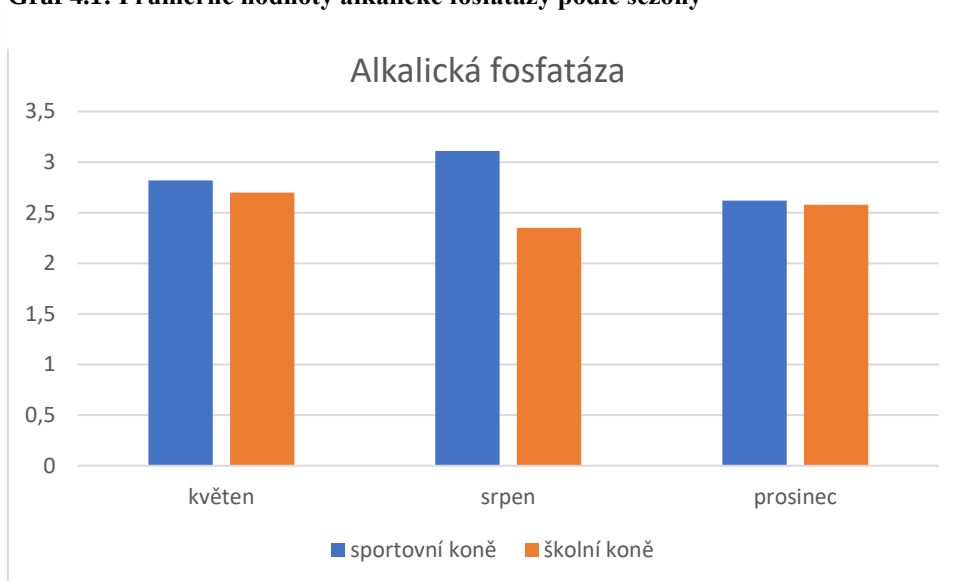
Alkalická fosfatáza

V grafu 4.1 jsou uvedeny průměrné hodnoty alkalické fosfatázy u obou skupin koní k příslušným odběrům. Z grafu lze vyčíst, že hodnoty alkalické fosfatázy jsou obecně vyšší u koní sportovních. Nejvyšší hodnoty ALP u sportovních koní byly naměřeny v srpnu, kdy je tato skupina v největší fyzické zátěži. Naopak skupina koní školních, u kterých je hladina ALP v srpnu nejnižší, je přes letní prázdniny mnohem méně fyzicky zatěžována.

Průměrné hodnoty experimentu při porovnávání těchto dvou skupin koní potvrzují tvrzení Doubka et al. (2010), že hladina ALP roste při extrémní fyzické zátěži a zároveň slouží jako indikátor stresu (Koh et al., 2003). Z tabulek v příloze je patrné, že u žádného koně nedošlo k překročení fyziologické hodnoty stanovené Kraftem (2001). Jelínek et al. (2003) stanovil horní hranici 2,8 $\mu\text{kat/l}$, ta byla překročena hned několikrát. V květnu tuto hodnotu překročilo šest koní, z toho dva koně sportovní a čtyři koně školní. V srpnu hranici 2,8 $\mu\text{kat/l}$ překročili čtyři koně, tři sportovní a jeden školní, což potvrzuje, že za zvýšenou hladinou alkalické fosfatázy může být extrémní fyzická námaha a stres.

Biochemické parametry krve slouží u sportovních koní k odhalení subklinických onemocnění, díky kterým by mohlo dojít ke snížení výkonnosti koně. Tradičně mezi tyto parametry patří močovina, elektrolyty, kreatin, stanovení celkového proteinu, ale také analýza jaterních a svalových enzymů (Gerald et al., 2014). Patologický zdravotní stav se projevuje snížením funkce části orgánu, orgánové soustavy nebo dokonce celého organismu. Zvýšená enzymatická aktivita ALP, ALT, AST a GMT může diagnostikovat sníženou funkci jater (Doubek et al., 2010). Vyšší hodnoty značí onemocnění jater, ale nevypovídají o primárním nebo sekundárním poškození, neboť se jedná o jaterně nespecifické enzymy, a bylo by tak zapotřebí udělat další analýzy (Kraft a Dürr, 2001).

Graf 4.1: Průměrné hodnoty alkalické fosfatázy podle sezóny



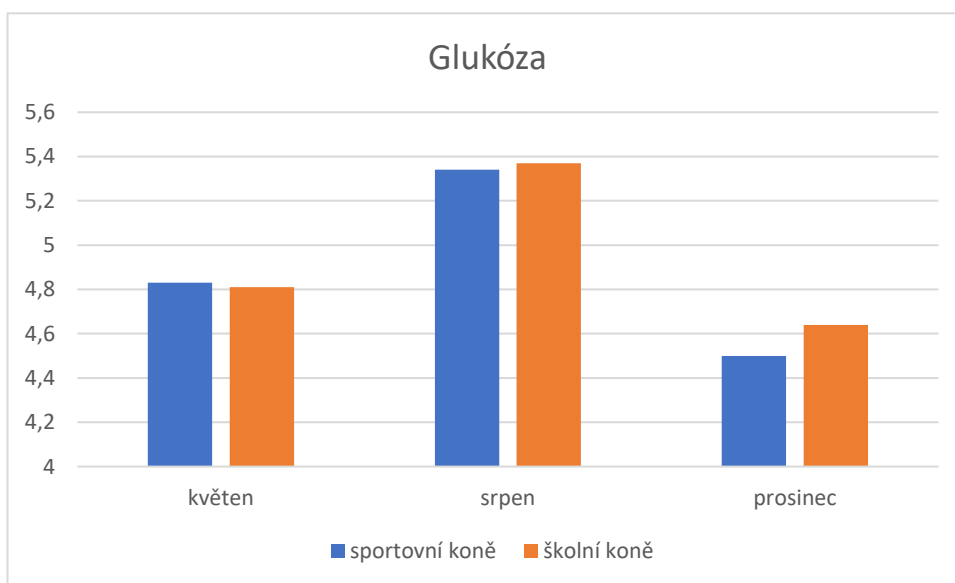
Glukóza

Z grafu 4.2 z průměrných hodnot glukózy vidíme, že její hladina byla v srpnu a prosinci nižší u sportovních koní. Jelínek et al. (2003) uvádí jako příčinu jejího snížení nadměrnou fyzickou zátěž. Nižší úroveň glykémie souvisí se zvýšeným využitím krevní glukózy i rezerv svalového glykogenu, což náš experiment potvrzuje, pokud porovnáme zkoumané skupiny. Další možnou příčinou úbytku glukózy v krvi u sportovních koní může být nedostatek energie v krmné dávce (Doubek et al., 2010) v souvislosti s tím, kolik energie při své práci vydají. Halo et al. (2008) a Lindner (2000) ve svém zkoumání zjistili snížení hladiny glukózy u trénovaných jedinců, což také s našimi výsledky koresponduje při porovnávání testovaných skupin. Podle Hanáka a Olehly (2010) se hladina glukózy naopak u trénovaných koní zvyšuje, což je v rozporu s našimi výsledky experimentu při porovnání dvou odlišných skupin koní. Vyšší glykémie u trénovaných koní, jak uvádí Hanák a Olehla (2010), může souviset obecně s glykogenolýzou svalového a jaterního glykogenu, která probíhá podle energetické potřeby, v případě koní v souvislosti s fyzickou zátěží. Co se týče samotné skupiny sportovních koní, hladina glukózy se v srpnu výrazně zvýšila, což je v souladu s jejich výzkumem o zvyšování hladiny u trénovaných koní. Za zvýšenou hladinou glukózy zde nebude stát fyzická zátěž, neboť k výraznému nárůstu hodnot došlo i u koní školních. Lze zvažovat vlivy spojené se zvýšenou teplotou prostředí a tím i nižší potřebou energie. Zvýšená glykémie reprezentuje pak nevyužitou energii. Průměrné hodnoty

však nepřekračují fyziologické rozmezí (Kraft, 2001). Nižší glykémie v jarním a zimním období, které je rovněž ve fyziologickém rozmezí, může souviset naopak s vyšší termoregulační potřebou energie (Doubek et al., 2010).

Z průměrných hodnot je zřejmé, že jsou ve fyziologickém rozmezí stanoveném Kraftem (2001) i Doubkem et al. (2010). Z tabulek v příloze je patrné, že pouze jeden kůň nebyl ve fyziologické rozmezí spodní hranice zmíněných autorů, avšak pokud vezmeme referenční hodnoty určené klinickou laboratoří Inlab (2001), kde je nejnižší možná hladina glukózy 3,6 mmol/l, pak je hodnota glukózy u tohoto koně v přípustném rozmezí. Z tabulky lze vyčíst fakt, že hladina glukózy je u školních koní obecně vyšší, a to se týká jak minimální, tak maximální hodnoty. Minimální hodnota u sportovních koní je 3,73 mmol/l, naopak u školních koní je 4,13 mmol/l. Maximální hodnota glukózy u koní sportovních dosahuje 5,53 mmol/l, u školních koní až 6,57 mmol/l.

Graf 4.2: Průměrné hodnoty glukózy podle sezóny



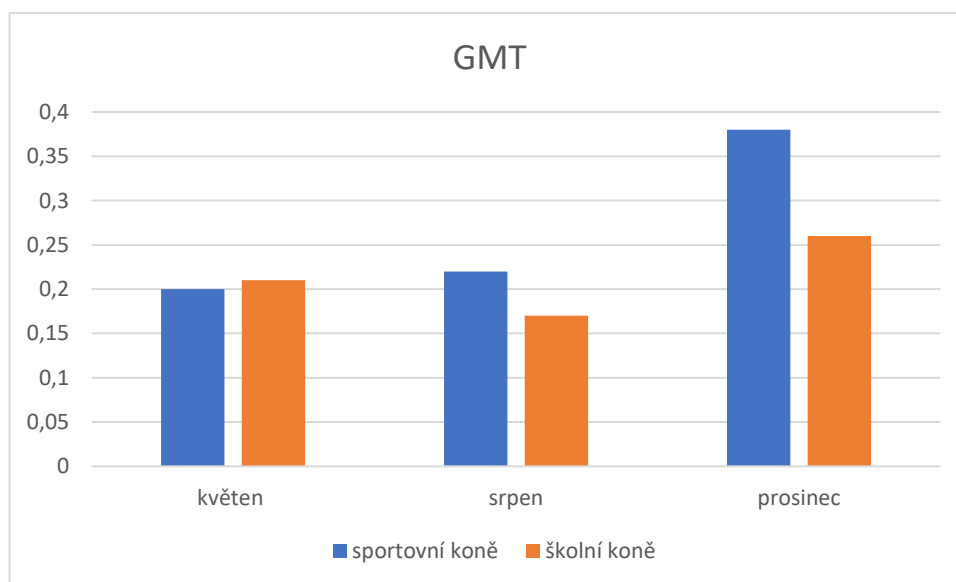
GMT

Z grafu 4.3, ve kterém jsou uvedeny průměrné hodnoty gama-glutamyltransferázy, je zřejmé, že průměrné hodnoty tohoto enzymu jsou vyšší u koní sportovních. V porovnání s referenčními hodnotami od Krafta (2001) a Jelínka et al. (2003) jsou naměřené

hodnoty ve fyziologickém rozmezí. Naopak pokud by byly použity biochemické parametry stanovené Doubkem et al (2010), kde fyziologické rozmezí GMT je 0 – 0,2 μ kat/l, jsou získané výsledky nad horní hranicí tohoto rozmezí.

Doubek et al. (2010) tvrdí, že nadbytek GMT značí nerovnováhu mezi oxidačními a antioxidačními procesy, přičemž oxidační procesy převažují. To způsobuje tzv. oxidační stres. Se zvýšenou aktivitou GMT jsou spojena i různá onemocnění jako je cholestáza, anemie či pankreatitida, které nemůžeme u sledovaných koní vyloučit. Avšak Kraft (2001) uvádí, že ke zvýšení hladiny GMT dochází pouze při těchto onemocněních, což by znamenalo, že by všechny koně měly poškozená játra či žlučové cesty. Pokud se ale stane, že několik společně ustájených koní vykazuje vyšší aktivitu tohoto enzymu, je třeba vzít v úvahu možnou intoxikaci (Bandarra et al., 2010; Caloni a Cortinoviš, 2011). Satué (2022) tvrdí, že zvýšenou hodnotu GMT lze považovat za normální u hříbat, oslů a mul, ale našeho experimentu se ani jedno ze zmíněných zvířat neúčastnilo. Vzhledem k tomu, že průměrné hodnoty (ani individuální hodnoty) u sportovních koní nepřevyšují referenční rozmezí (Jelínek et al., 2003), jsou vyšší hodnoty GMT spíše odrazem vyšší metabolické zátěže sportovních koní.

Graf 4.3: Průměrné hodnoty GMT podle sezóny



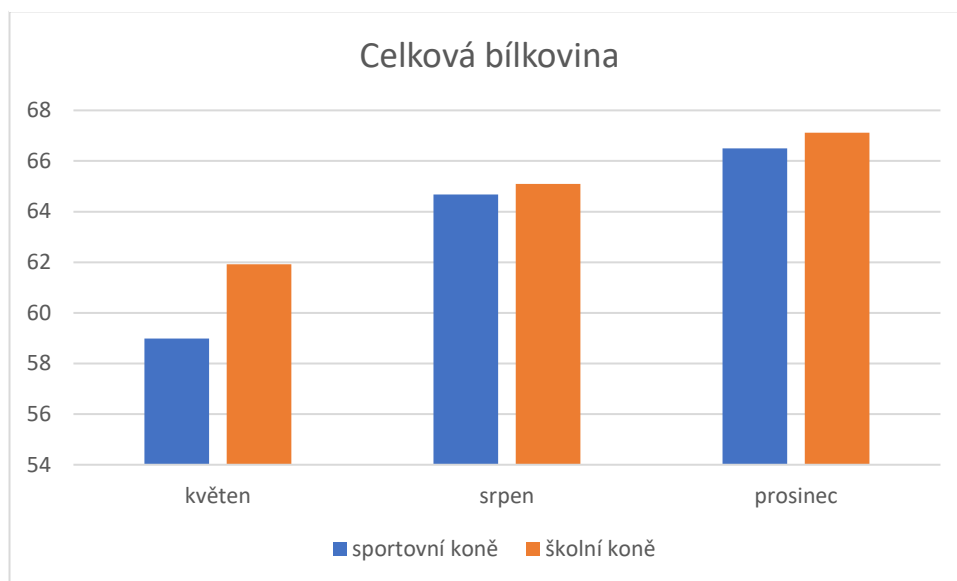
Celková bílkovina

Experimentem bylo zjištěno, že vyšší hladinu celkové bílkoviny mají koně školní. Z grafu je zřejmé, že největší rozdíl průměrných hodnot mezi koňmi školními a sportovními byl v květnu. Na první pohled je také vidět, že se s každým odběrem zvyšovaly průměrné hodnoty u obou skupin koní.

Zátěž, která do jisté míry působí jako stres, zvyšuje hladinu albuminu a globulinu jako přechodné zvýšení obranyschopnosti organismu. Proto hodnoty celkové bílkoviny stoupají se zvyšující se zátěží (Hinchcliff, 2008). Stoupající hodnoty CB vlivem krátkodobé zátěže ve svém výzkumu potvrdili také Janicki (2013) a Hanák a Olehla (2010) a koresponduje to s našimi výsledky stoupající tendence u sportovních koní během roku, kdy je od jara postupně zvyšována zátěž koní. Zvláštní je ale fakt, že jsou průměrné hodnoty obecně vyšší u koní školních, kteří nejsou v takové zátěži jako koně sportovní a přes léto jsou téměř bez zátěže. Uvedené rozdíly však nejsou, zejména v srpnu a prosinci, velké (například v srpnu 0,64 %). Vzhledem k tomu, že dynamika obsahu bílkovin v krevní plazmě je u sportovních i školních koní obdobná, lze zvažovat stejné faktory, kromě již zmíněné zátěže i příjem bílkovin v krmné dávce. Možné nižší hladiny u sportovních koní mohou být zapříčiněny sníženým obsahem bílkovin, ale i zvýšenou metabolickou přeměnou vzhledem k vyšší potřebě sportovních koní. Dynamika obsahu bílkovin souvisí s protichůdným vývojem obsahu močoviny v krevní plazmě.

Z tabulek v příloze je zřejmé, že žádné hodnoty koní nejsou mimo hranice fyziologického rozmezí stanoveného Krafkem (2001), Doubkem et al. (2010) a klinickou laboratoří Inlab (2001).

Graf 4.4: Průměrné hodnoty celkové bílkoviny podle sezóny

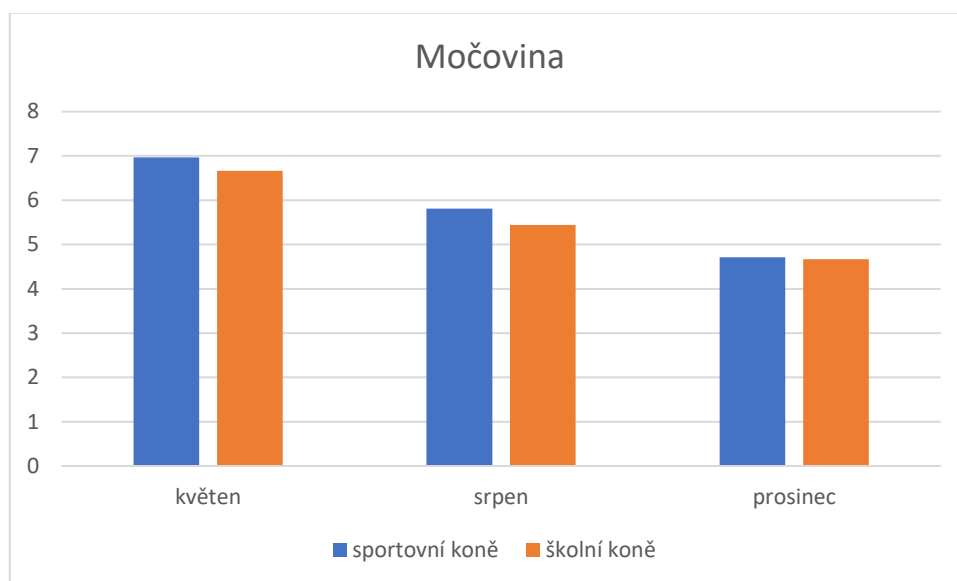


Močovina

Průměrná hladina močoviny u obou skupin koní s přibývající zátěží klesala, což koresponduje s výsledky Lindnera (2000). Z grafu 4.5 je zřejmé, že jsou průměrné hodnoty vyšší u koní sportovních, což dle Doubka et. al (2010) vede k podezření nadbytečného příjmu bílkovin v krmné dávce nebo k neadekvátní tělesné zátěži (Hanák, 1996). Naopak ke snížení hladiny močoviny dochází při nedostatku bílkovin v krmné dávce.

Průměrné výsledky ze všech odběrů nepřekračují hranici stanovenou Doubkem et al. (2010). Pokud by naopak byla použita fyziologická rozmezí od Krafta (2001), byly by získané výsledky v rozporu se stanovenou škálou a překračovaly by horní hranici hodnot. Tyto hodnoty ovšem nejsou kritické a není tedy třeba u jinak zdravých koní upravovat jejich krmnou dávku. Ta se upravuje až při hodnotách nad 8,3 mmol/l (Geor et al., 2013). Vyšší obsah močoviny, který koresponduje s nižším obsahem bílkovin, souvisí pravděpodobně s nevyužitím dusíku krmné dávky pro syntézu bílkovin. Lze zvažovat, že v obou chovech byl obsah energie v krmných dávkách v období jara nedostatečný vzhledem k příjmu dusíkatých látek.

Graf 4.5: Průměrné hodnoty močoviny podle sezóny



Cholesterol

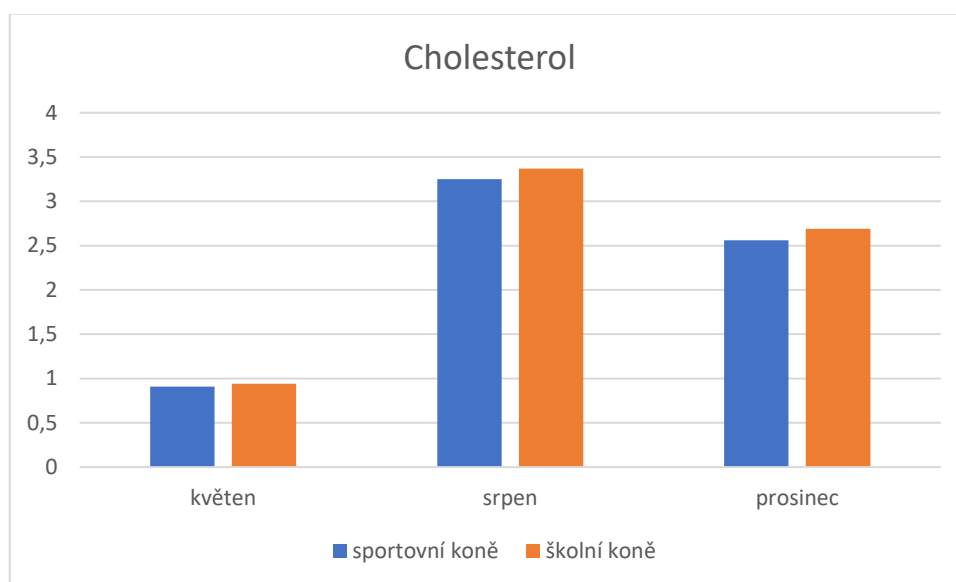
V grafu 4.6 jsou zaznamenány průměrné hodnoty cholesterolu podle sezóny. U prvního odběru jsou průměrné hodnoty obou skupin méně než 1 mmol/l, tedy velmi nízké. V druhém odběru, v srpnu, se průměrné hladiny cholesterolu extrémně zvýšily téměř k 3,5 mmol/l a v posledním odběru se pohybují kolem 2,5 mmol/l. V průběhu celého experimentu jsou hodnoty o něco málo vyšší u koní školních.

Assenza et al. (2012) popisuje ve svém výzkumu pokles cholesterolu v krevní plazmě v průběhu 80 dní tréninku, což je v rozporu s našimi výsledky. Vliv zátěže na množství cholesterolu zkoumal také Noletto et al. (2016), pokles hladiny v jeho experimentu nebyl tak výrazný, ale souhlasí s trendem popisovaným Assenzou et al. (2012).

Průměrné výsledky našeho experimentu nejsou ve shodě s referenčním rozmezím stanoveným jak Kraftem (2001), Doubkem et al. (2010), tak klinickou laboratoří Inlab (2001). Dolní hranice hodnot klinické laboratoře je 1,3 mmol/l. Ve výsledcích našeho experimentu jsou průměrné výsledky v květnu u sportovních koní 0,91 mmol/l a u školních koní 0,94 mmol/l. Doubek et al (2010) uvádí jako možnou příčinu poklesu hladiny cholesterolu špatně sestavenou krmnou dávku s nízkým obsahem tuků. Skupiny koní v našem pokusu byly krmeny rozdílnými krmivy, tudíž je nepravděpodobné, že by obě skupiny trpěly nedostatkem cholesterolu právě díky nesprávně zvolené krmné dávce. Kraft (2001) uvádí jako příčinu hypocholesterolemie onemocnění jater. Pokud by však naše koně trpěli nějakou jaterní poruchou, nízké hladiny by měly být

zaznamenávány po celou dobu našeho experimentu. Nízký obsah cholesterolu bývá spojován i s nedostatkem zdrojů pro jeho syntézu, tedy kyseliny octové. Nejnižší koncentrace cholesterolu byla zjištěna u obou skupin koní v jarním období, obdobně jako nejnižší obsah bílkovin a nízký obsah glukózy.

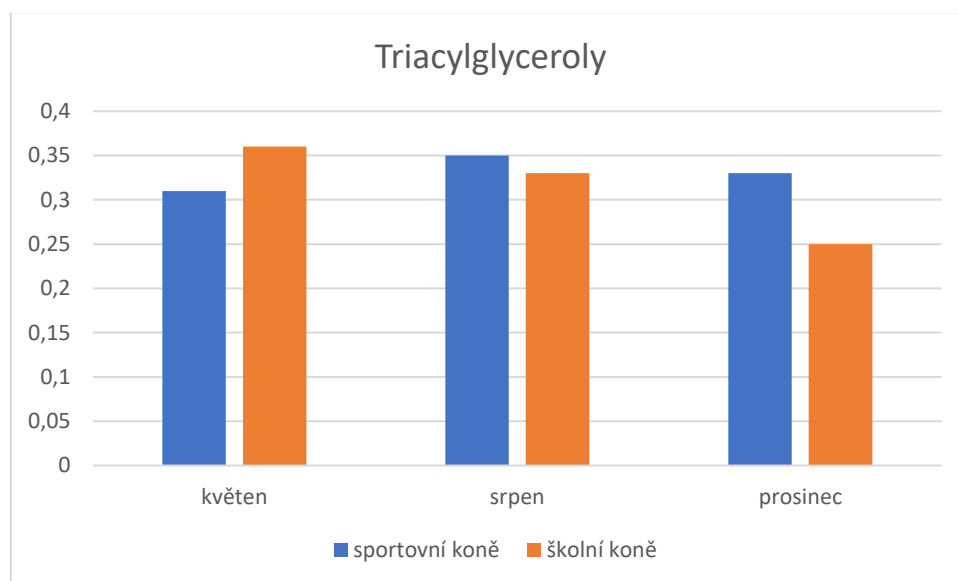
Graf 4.6: Průměrné hodnoty cholesterolu podle sezóny



Triacylglyceroly

Průměrné hodnoty TAG jsou velmi variabilní u obou skupin koní a nelze z nich vyčíst žádný přímý výsledek. Ve dvou odběrech jsou hodnoty vyšší u koních sportovní, což by se mohlo shodovat s experimentem Assenzy et al. (2016), který pozoroval vyšší hodnoty TAG po fyzické zátěži. Zvýšené hodnoty TAG mohou sloužit jako ukazatel míry lipolýzy (Kedzierski a Cywinska, 2014). V našem experimentu průměrné hodnoty nevybočují z fyziologického rozmezí stanoveného Doubkem et al. (2010) a lze tak říci, že míra lipolýzy byla přiměřená. Vyšší hodnoty TAG v krvi koní by mohly značit metabolický syndrom (Elzingra et al., 2016).

Graf 4.7: Průměrné hodnoty triacylglycerolů podle sezóny



4.4 Minerální profil

V této části je zpracován minerální profil koní a jeho výsledky jsou uvedeny a popsány v tabulkách a grafech.

Tabulka 4.4: Referenční hodnoty vybraných minerálních prvků

	Jednotky	(Kopřiva, 2011)	(Inlab, 2001)
Vápník	mmol/l	2,9 - 3,9	2,88 – 3,55
Hořčík	mmol/l	0,6 – 0,9	0,7 – 1,19
Fosfor	mmol/l	0,5 – 1,6	0,61 – 1,39

Tabulka 4.5: Výsledky minerálního profilu jednotlivých koní – 1. odběr (květen)

	1. odběr	Vápník	Hořčík	Fosfor
		mmol/l	mmol/l	mmol/l
Sportovní koně	George Z	2,82	0,96	0,89
	Aféra	2,81	0,98	0,86
	Gipson	2,87	1,02	1,01
	Eliza	2,70	0,93	0,83
	Korse	2,77	1,22	0,89
	Průměr	2,79	1,02	0,90
	Směrodatná odchylka	0,06	0,10	0,06
	Maximum	2,87	1,22	1,01
	Minimum	2,70	0,93	0,83
Školní koně	Merry Day	2,81	1,02	0,95
	Corrida Great	2,70	1,09	0,86
	Jim Beam	2,85	1,07	1,16
	Čert	2,84	1,32	0,97
	Carlos	2,69	1,10	1,00
	Průměr	2,78	1,12	0,99
	Směrodatná odchylka	0,07	0,10	0,10
	Maximum	2,75	1,32	1,16
	Minimum	2,69	1,02	0,86

Tabulka 4.6: Výsledky minerálního profilu jednotlivých koní – 2. odběr (srpen)

	2. odběr	Vápník	Hořčík	Fosfor
		mmol/l	mmol/l	mmol/l
Sportovní koně	George Z	2,82	1,50	2,20
	Aféra	2,57	1,42	1,27
	Gipson	2,88	1,75	1,51
	Eliza	2,72	1,42	1,32
	Korse	2,92	1,66	1,20
	Průměr	2,78	1,55	1,50
	Směrodatná odchylka	0,13	0,13	0,36
	Maximum	2,92	1,75	2,20
	Minimum	2,57	1,42	1,20
Školní koně	Merry Day	2,94	1,71	1,56
	Corrida Great	3,00	1,49	1,27
	Jim Beam	2,88	1,52	1,23
	Čert	2,87	1,22	1,32
	Carlos	2,69	1,66	1,66
	Průměr	2,88	1,52	1,41
	Směrodatná odchylka	0,10	0,17	0,17
	Maximum	3,00	1,71	1,66
	Minimum	2,69	1,22	1,23

Tabulka 4.7: Výsledky minerálního profilu jednotlivých koní – 3. odběr (prosinec)

	3. odběr	Vápník	Hořčík	Fosfor
		mmol/l	mmol/l	mmol/l
Sportovní koně	George Z	3,32	1,13	1,38
	Aféra	3,15	0,81	1,04
	Gipson	3,13	0,75	0,64
	Eliza	3,03	0,80	0,66
	Korse	3,33	1,05	0,69
	Průměr	3,19	0,91	0,88
	Směrodatná odchylka	0,13	0,17	0,32
	Maximum	3,33	1,13	1,38
	Minimum	3,03	0,75	0,64
Školní koně	Merry Day	3,19	1,10	1,09
	Corrida Great	3,18	0,89	1,02
	Jim Beam	3,17	0,79	1,22
	Čert	3,12	1,00	1,21
	Carlos	3,26	0,93	0,98
	Průměr	3,18	0,94	1,10
	Směrodatná odchylka	0,05	0,12	0,11
	Maximum	3,26	1,10	1,22
	Minimum	3,12	0,79	0,98

Vápník

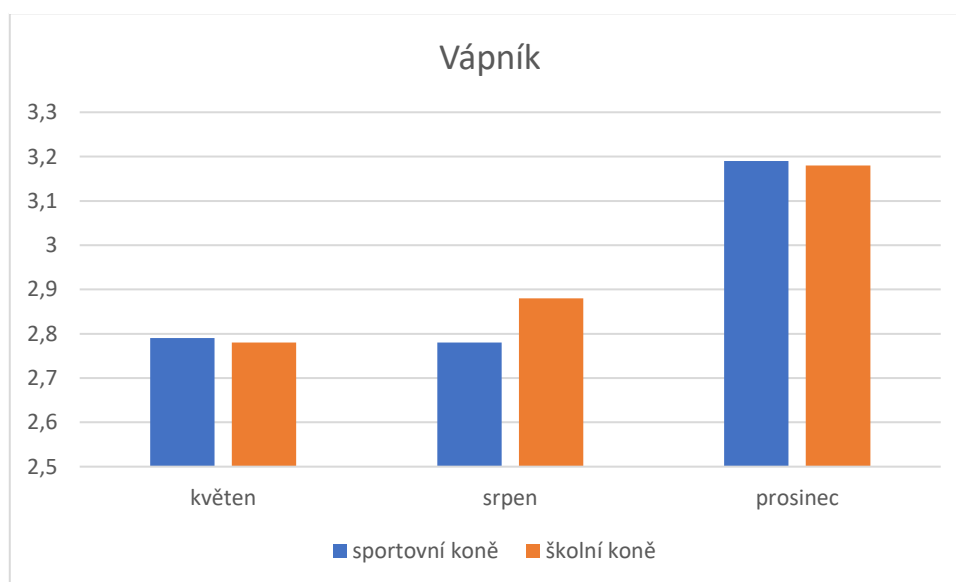
Z grafu průměrných hodnot vápníku lze vidět, že jeho obsah je v prvních dvou odběrech téměř stejný, avšak v posledním prosincovém odběru se hladiny vápníku výrazně zvyšovaly. Při porovnání s referenčními hodnotami od Kopřivy (2011) a klinické laboratoře Inlab (2001) jsou naše výsledky při prvním odběru mimo fyziologické hodnoty. Snížené hodnoty vápníku mohou být způsobeny jeho nedostatkem v krmné dávce či onemocněním jater (Doubek et al., 2010). Naopak Gerald et al. (2014) uvádí, že hladiny vápníku a fosforu jsou udržovány v úzkém rozmezí a normální hodnoty jsou udržovány i v případě výrazné nevyváženosti těchto prvků v krmné dávce. Během

intenzivního tréninku dochází ke ztrátě množství tekutin a elektrolytů, stejně tak i ke ztrátám vápníku.

Při jarním a zimním odběru jsou průměrné hladiny Ca mírně vyšší u koní sportovních, což koresponduje s výzkumem Hanáka a Olehly (2010), kteří ve svém experimentu zaznamenali jeho nárůst u trénovaných koní. Jako příčinu uvádějí zvýšenou potřebu pro aktivaci enzymů související s uvolňováním energie z ATP.

Je možné říci, že nižší průměrné hodnoty sportovních koní v letním odběru jsou způsobeny jejich velkou zátěží, během níž se zapotí, čímž dojde ke ztrátě vápníku, který jim ovšem není v krmné dávce zvýšen.

Graf 4.8: Průměrné hodnoty vápníku podle sezóny

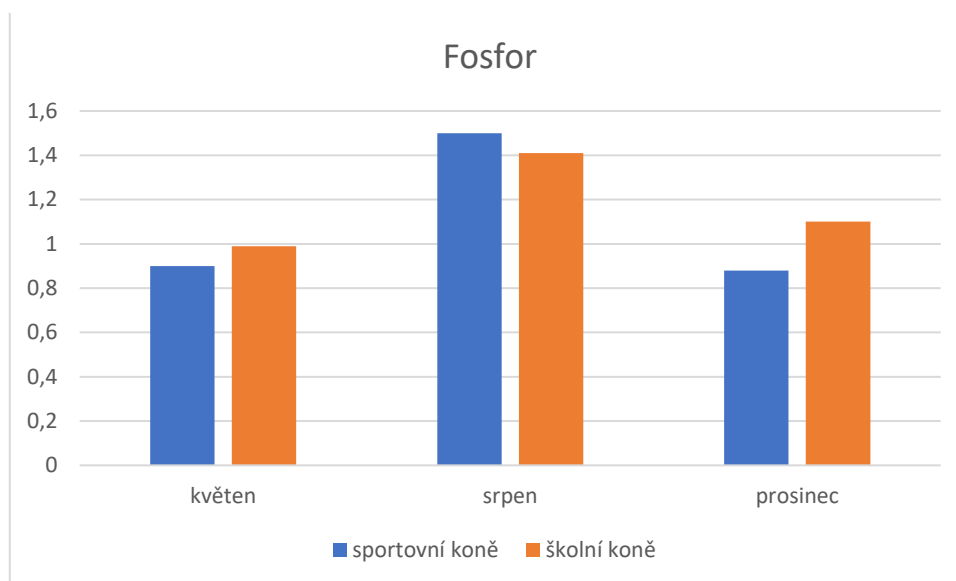


Fosfor

Průměrné hodnoty fosforu jsou v letním odběru vyšší u sportovních koní. Při intenzivní zátěži dochází ke zvýšené spotřebě vápníku, což je spojeno s vyšší sekrecí parathormonu. Ten uvolňuje vápník a fosfor z kostí, dochází k účinnější resorpci Ca, a naopak vyššímu vylučování fosforu (Hanák a Olehla, 2010). Průměrné hladiny fosforu jsou v ostatních odběrech u sportovních koní nižší, což koresponduje s výzkumem Judsona et al. (2000), který ve svém pokusu zaznamenal pokles P s věkem koně a jeho vyšší trénovaností.

Průměrné výsledky ze všech odběrů nepřesahují běžná rozmezí referenčního intervalu stanovená Kopřivou (2011) a laboratoří Inlab (2001).

Graf 4.9: Průměrné hodnoty fosforu podle sezóny

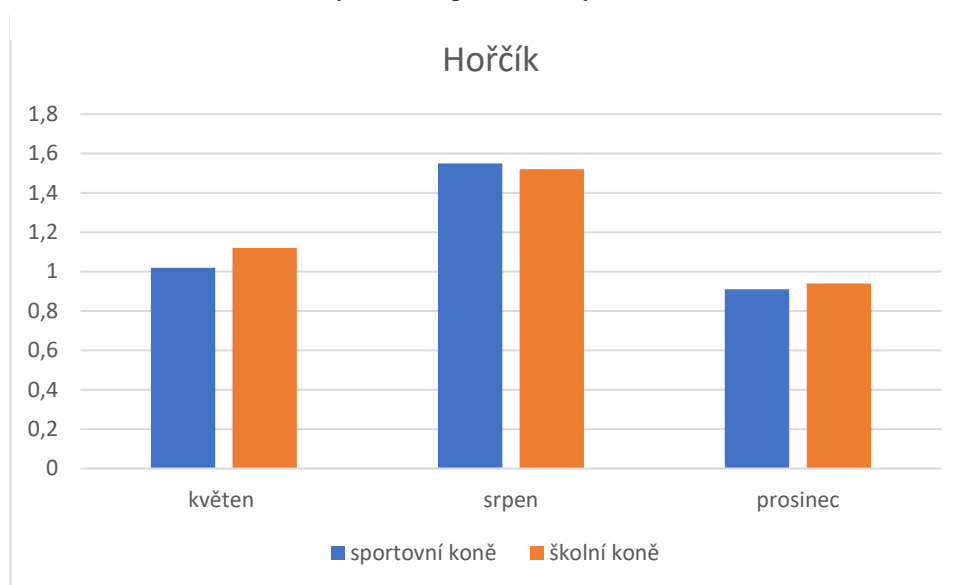


Hořčík

V grafu 4.10 jsou uvedeny průměrné výsledky hladiny hořčíku v krvi. Nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl mezi dvěma sledovanými skupinami. Z výsledků je zřejmé, že u obou skupin se zvýšila hladina hořčíku v srpnovém odběru.

Průměrné hodnoty v našem experimentu překračují fyziologické rozmezí stanovené Kopřivou (2011), a to ve všech odběrech u obou skupin. Pokud vezmeme hranice stanovené klinickou laboratoří Inlab (2001), jsou naše výsledky nad referenčním rozmezím pouze v druhém letním odběru. Hanák (1996) uvádí, že hladina hořčíku je ovlivněna především jeho příjmem v krmivu. Nadbytek hořčíku v krvi může být způsoben onemocněním ledvin, metabolickou acidózou nebo zvýšeným buněčným katabolismem (Doubek et al., 2010).

Graf 4.10: Průměrné hodnoty hořčíku podle sezóny



Závěr

Cílem bakalářské práce bylo zhodnocení vybraných biochemických parametrů u koní a vzájemné porovnání výsledků. Do pozorování bylo zahrnuto celkem 10 koní, rozdělených do dvou skupin, lišících se především jejich využitím, fyzickou zátěží a krmnou dávkou. Experiment byl založen na třech odběrech krve provedených s odstupem několika měsíců.

První skupina koní označená jako „školní koně“ byla tvořena koňmi využívanými k výuce jezdeckví, kteří mají malou fyzickou zátěž. Druhá skupina koní označená „sportovní koně“ byla tvořena koňmi s pravidelným tréninkovým plánem a účastnících se několikrát do roka jezdeckých závodů.

Byly sledovány tyto parametry: alkalická fosfatáza, glukóza, GMT, celková bílkovina, močovina, cholesterol, TAG, vápník, fosfor a hořčík.

Naše výsledky se shodovaly s výzkumy jiných studií, avšak nebyl zde statisticky významný rozdíl hodnot zkoumaných biochemických parametrů mezi sledovanými skupinami koní. Rozdíl byl patrný mezi jednotlivými odběry.

U alkalické fosfatázy byla u některých koní zjištěna její zvýšená aktivita. Hodnoty cholesterolu byly nejnižší v jarním období a byly mimo fyziologické rozmezí. Byly zjištěny nižší hodnoty vápníku v letním období, které mohou být způsobeny jeho nedostatečným příjmem. Naopak hodnoty hořčíku překračují referenční rozmezí a mohou být způsobeny jeho nadbytečným příjmem nebo onemocněním ledvin. Narušení metabolického stavu může být způsobeno různými onemocněními jako je například equinní metabolický syndrom, vývojová ortopedická onemocnění, hyperlipemie nebo laminitida.

Seznam použité literatury

1. Assenza, A. et al. (2012). Lipid Utilization Pathways Induced by Early Training in Standardbred Trotters and Thoroughbreds. *Journal of Equine Veterinary science*. 32(11):704-710
 2. Assenza, A. et al. (2016). Lipid and Lipoprotein Profiles Modification in Athletic Horses After Repeated Jumping Events. *Journal of Equine Veterinary Science*. 43: 28-31
 3. Ayala, I. et al. (2012). Cortisol, adrenocorticotrophic hormone, serotonin, adrenalin and noradrenalin serum concentrations in relation to disease and stress in the horse. *Research in veterinary science*, 93(1): 103-107.
 4. Baity, B. L. et al. (2011). Cortisol circadian rhythm ratio: A simple method to detect stressed horses at higher risk of colic? *Journal of Equine Veterinary Science*, 31(4): 188-190.
 5. Bandarra et al. (2010). Trema micrantha toxicity in horses in Brasil. *Equine Veterinary Journal*. 42:456-459
 6. Baulieu, E.E. and Kelly, P.A. (1990). *Hormones. From molecules to disease*. New York.
 7. Boďa, K. a Lebeda, M. (1972): *Patologická fyziologie hospodářských zvířat*. 1. vydání SZN. Praha.
 8. Bourebaba, L. et. al. (2019). Osteochondritis dissecans (OCD) in Horses – Molecular Background of its Pathogenesis and Perspectives for Progenitor Stem Cell Therapy. *Stem Cell Rev Rep*. 15(3): 374-390
 9. Bukvaj, J., Komárek, V., Sova, Z. (1971). *Anatomie a fyziologie hospodářských zvířat*. 2., přepracované vydání. Státní zemědělské nakladatelství, Praha. Vysokoškolské učebnice.
 10. Caloni, F. and Cortinovia, C. (2011). Toxicological effects of aflatoxins in horses. *Veterinary Journal*. 188: 270-273
 11. Čermák, B. et al., (1994). *Výživa a krmení hospodářských zvířat II. díl*. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta, České Budějovice.
 12. Divers, T. J. (2008). Endocrine Testing in Horses: Metabolic Syndrome and Cushings Disease. *Journal of Equine Veterinary Science*.
-

-
13. Doubek, J. (2003). *Veterinární hematologie*. Noviko, Brno. ISBN 80-86542-02-5.
 14. Doubek, J., et al. (2014). *Základy laboratorní diagnostiky neinfekčních nemocí*. Ústav fyziologie Veterinární a farmaceutické univerzity Brno, Brno.
 15. Doubek, J. et al. (2010). *Interpretace základních biochemických a hematologických nálezů u zvířat*. 2. vydání. Noviko, Brno. ISBN 978-80-86542-22-5.
 16. Dragoș, D. a Tănăsescu, M.D. (2010). The effect of stress on the defense systems. *Journal of Medical and Life*. 3(1):10-8.
 17. Dušek, J. (2007). *Chov koní*. 2. přepracované vydání. Brázda, Praha. ISBN 80-209-0352-6.
 18. Dvořák, R. et al. (2005). *Výživa skotu z hlediska produkční a preventivní medicíny*. Noviko, Brno. ISBN 80-86542-08-4.
 19. Elzingra, S. et al. (2016). Plasma Lipidomic and Inflammatory Cytokine Profiles of Horses With Equine Metabolic Syndrome. *Journal of Equine Veterinary Science*. 40: 49-55
 20. Evans, D.L. (2000). *Training and Fitness in Athletic Horses*. 1. vydání, Rural Industries Research and Development Corporation, Kingston. ISBN 0 642 58031 6. Dostupné také z: <https://agrifutures.com.au/wp-content/uploads/publications/00-001.pdf>.
 21. Frandson, R.D. et al. (2009). *Anatomy and Physiology of Farm Animals*. Seven edition, Wiley – Blackwell, New Jersey.
 22. Frape, D.L. (2010). *Equine nutrition and feeding*. Wiley-Blackwell, Iowa. ISBN 978-1-4051-9546-1
 23. Geor, R.J. et al. (2013). *Equine applied and clinical nutrition: health, welfare and performance*. Saunders Elsevier, Edinburgh. ISBN 978-0-7020-3422-0
 24. Gerald, M.P. et al. (2014). Energetic considerations of exercise. In: Hodgson, D.R., Mc Govan, C.M., Mc Keever, K.H. (Eds.). *The Athletics Horse. Principles and Practice of Equine Sports Medicine*. Second edition. Saunders, Philadelphia. 19-33
 25. Halo, M. et al. (2008). Influence stres on the training proces of the horses. *Journal of Central European Agriculture*. 9(1): 217-224
 26. Hanák, J. (1996). *Základy diagnostiky u koní z aspektu sportovní veterinární medicíny*. Medicus veterinarius, Plzeň. ISBN 80-902224-8-x.
-

-
27. Hanák, J. a Olehla, Č. (2010). *Klinická fyziologie koní a jejich trénink: od fyziologie k medicíně*. Veterinární a farmaceutická univerzita, Brno. ISBN 978-80-7305-131-0.
28. Harris, P.A. et al. (2006). Equine nutrition and metabolic disease. *The Equine Manual (Second Edition)*. 151-222
29. Higgins, G., Martin S. a Kerumová L. (2013). *Pohyb a výkon koně: anatomie*. 1. vydání. Metafora, Praha. ISBN 978-80-7359-360-5.
30. Hinchcliff, A. (2008). *Equine Exercise Physiology: The Science of Exercise in the Athletic Horse*. 1st edition. Saunders Ltd. Nottingham. ISBN 978-0-7020-2857-1
31. Hodgson, D.R. et al. (2014). *The Athletic Horse: Principles and Practice of Equine Sports Medicine*. 2. vydání, Saunders, Philadelphia. ISBN: 978-0-7216-0075-8.
32. Jabor, A. (2008). *Vnitřní prostředí*. Grada, Praha. ISBN 9788024712215.
33. Janicki, B. et al. (2013). Variability of Selected Biochemical Parameters in Young Stallions During the 100-day Performance Test. *Journal of Equine Veterinary Science*. 33(12): 1136-1141
34. Jeffcott, L.B. (1991). Osteochondrosis in the horse – searching for the key to pathogenesis. *Equine Veterinary Journal*. 23(5): 331-338
35. Jelínek, P. a Koudela, K. (2003). *Fyziologie hospodářských zvířat*. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, Brno. ISBN 80-7157-644-1.
36. Jeroch, H. et al. (2006). *Základy výživy a krmení hospodářských zvířat: vědecká monografie*. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta, České Budějovice. ISBN 80-7040-873-1.
37. Johnson, P.J. et al. (2010). Laminitis and the equine metabolic syndrome. *Vet Clin North Am Equine Pract*. 36(2): 239-255
38. Kacerovský, O. et al. (1984). *Výživa a krmení hospodářských zvířat II. díl*. Vysoká škola zemědělská v Praze, Agronomická fakulta, Praha.
39. Kedzierski, W. a Cywinska, A. (2014). The Effect of Different Physical Exercise on plasma Leptin, Cortisol and Some Energetic Parameters Concentrations in Purebred Arabian Horses. *Journal of Equine Veterinary Science*. 34(9): 1059-1063
40. Kittnar, O. (2011). *Lékařská fyziologie*. Grada, Praha. ISBN 978-80-247-3068-4.
-

-
41. Koh, J.H. et al. (2003). *Antifatigue and antistress effect of the hot-water fraction from mycelia of Cordyceps sinensis*. Biol Pharm Bull. 26(5): 691-694.
 42. Kopřiva, V. (2011). *Vybrané biochemické a fyziologické hodnoty jednotlivých druhů zvířat* [online]. Dostupné z: https://cit.vfu.cz/ivbp/wp-content/uploads/2011/07/VY_04_04.pdf.
 43. Kováč, M. et al. (1987). *Biologická a ekonomická optimalizácia výživy hospodárskych zvierat*. Príroda, Bratislava.
 44. Kraft, W. a Dürr, U. M. (2001). *Klinická laboratórna diagnostika vo veterinárnej medicíne*. Hajko & Hajková, Bratislava. ISBN 80-88700-51-5.
 45. Kučera, M. a Dylevský, I. (1999). *Sportovní medicína*. Grada, Praha. ISBN 80-7169-725-7.
 46. Labuda, J. (1982). *Výživa a kŕmenie hospodárskych zvierat: pre vysoké školy poľnohospodárske*. Príroda, Bratislava.
 47. Lardy, G. a Poland, Ch. (2001). *Feeding management for horse owners*. North Dakota State University, Fargo.
 48. Ledvina, M. et al. (2004). *Biochemie pro studující medicíny*. Karolinum, Praha. ISBN 80-246-0849-9.
 49. Lindner, A. (2000). Use of blood biochemistry for positive performance diagnosis of sport horses in practice. *Revue Méd. Vét.* 151(7): 611-618
 50. Malinowski, K. (2004). *Stress Management for Equine Athletes* [online]. Rutgers [21. 2. 2023]. Dostupné z: https://esc.rutgers.edu/fact_sheet/stress-management-for-equine-athletes/.
 51. Marvan, F. (1998). *Morfologie hospodárskych zvířat*. 2. vydání. Brázda, Praha. ISBN 80-209-0273-2.
 52. Matušková, Z. et al. (2014). Cytochromy P450: *Role v metabolismu cholesterolu*. Klinická farmakologie a farmacie. ISSN 1212-7973.
 53. McKenzie, H.C. (2010). Equine hyperlipidemias. *Vet Clin North Am Equine Pract.* 27(1): 59-72
 54. MEDIXA, s.r.o. (2011) *Medixa.org* [online]. [cit. 15. 2. 2023]. Dostupné z: <http://cs.medixa.org/>.
 55. Mudřík, Z. (1997). Fyziologie trávení u koní a krmivářské zásady ve výživě koní. In: *Krmivářský seminář*. Hřebčín Equus Kinsky, Chlumeck nad Cidlinou, 9-13.
-

-
56. Murray, R. K. (2002). *Harperova Biochemie*. 23. vyd., (4. české vyd.). Jinočany: H & H, Jinočany. Lange medical book. ISBN 80-7319-013-3.
57. Noleto, P.G. et al. (2016). Effect of a 130- km Endurance Ride on the Serum Biochemical Profile of Mangalarga Marchador Horses. *Journal of Equine Veterinary Science*. 39: 7-11
58. Novak, S. a Shoveller, A.K. (2008). *Nutrition and feeding management for horse owners*. Alberta, Edmonton. ISBN 0-7732-6078-1
59. OpenStax College (2013). *Anatomy & Physiology*. Houston
60. Pavlík, A. (2014). *Hematologické parametry a ukazatele acidobazické rovnováhy krve u skotu*. 1. vydání. Mendelova univerzita v Brně, Brno. ISBN 978-80-7509-133-8.
61. Reece, W. O. (1998). *Fyziologie domácích zvířat*. 1.vydání. Grada, Praha. ISBN 80-7169-547-5.
62. Reece, W.O. (2011). *Fyziologie a funkční anatomie domácích zvířat*. Grada, Praha. ISBN 9788024732824
63. Satué, K. et al. (2022). Hepatic enzyme profile in horses. *Animals (Basel)*. 12(7): 861
64. Sláma, P. et al. (2015). *Morfologie a fyziologie hospodářských zvířat*. Mendelova univerzita v Brně, Brno. ISBN 978-80-7509-337-0.
65. Sova, Z. et al. (1990). *Fyziologie hospodářských zvířat: celost. vysokošk. učebnice pro vys. školy zeměděl. a veter.* 2. přepracované vydání. Státní zemědělské nakladatelství, Praha. ISBN 80-209-0092-6.
66. Staněk, S. (2009). *Welfare obecně*. [online]. Zootechnika [cit. 17. 2. 2023]. Dostupné z: <https://www.zootechnika.cz/clanky/zaklady-chovatelstvi/obecna-zootechnika/welfare/welfare-obecne-.html>.
67. Štrupl, J. et al. (1983). *Chov koní*. Státní zemědělské nakladatelství, Praha.
68. Švehlová, D. (2009). *Co potřebuje kůň v krmné dávce?* [online]. iFauna [cit. 13. 2. 2023]. Dostupné z: <https://www.ifauna.cz/kone/clanky/r/detail/767/co-potrebuje-kun-v-krmne-davce>.
69. Švehlová, D. (2010). *Domov pro koně: Koně v lidských podmínkách*. [online] iFauna [cit. 13. 2. 2023]. Dostupné z: <http://www.ifauna.cz/kone/clanky/r/detail/7378/domov-pro-kone-dil-2-kone-vlidskych-podminkach/>.
-

-
70. Švehlová, D (2012). *Kůň v pohodě: Jak zákon hlídá pohodu koní*. [online]. iFauna [cit. 13. 2. 2023]. Dostupné z: <http://www.ifauna.cz/kone/clanky/r/detail/6730/kun-v-pohode-dil-37-jak-zakonhlida-pohodu-koni/>.
71. Tieu, E. et al. (2012). Metabolism of cholesterol, vitamin D3 and 20-hydroxy-vitamin D3 incorporated into phospholipid vesicles by human. *The Journal of Steroid Biochemistry and Molecular Biology*. 163-171
72. Vervuert, I. a Kienzle, E. (2013). *Assessment of nutritional status from analysis of blood and other tissue samples*. [online] VeterianKey [12. 2. 2023]. Dostupné z: <https://veteriankey.com/assessment-of-nutritional-status-from-analysis-of-blood-and-other-tissue-samples/>.
73. Wensveen, F. M. et al. (2021). Blood glucose regulation in context of infection. *Vitamins and hormones*. 117: 253-318
74. Wintzer, H. (1999). *Choroby koní: Sprievodca štúdiom a praxou*. H & H, Bratislava. ISBN 80-88700-45-0
75. Zákon č. 246/1992 Sb, na ochranu zvířat proti týrání, § 12. [online] eAgri [18. 2. 2023]. Dostupné z: <https://eagri.cz/public/web/mze/legislativa/pravni-predpisy-mze/tematicky-prehled/100049444.html>.
76. Zápalková, Z. (2023). *Metabolický syndrom a inzulinová rezistence u koní*. [online] Equichannel [cit. 7. 3. 2023]. Dostupné z: <https://equichannel.cz/clanky/zdravi-a-veterinarni-pece/metabolicky-syndrom-a-inzulinova-rezistence-u-koni>.
77. Zeman, L. et al. (2005). *Potřeba živin a tabulky výživné hodnoty krmiv pro koně*. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, Brno. ISBN 80-7157-855-X.
-

Seznam tabulek

Tabulka 3.1: Referenční hodnoty vybraných biochemických parametrů krve	28
Tabulka 4.1: Hodnoty biochemických ukazatelů.....	29
Tabulka 4.2: Průměrné hodnoty biochemických ukazatelů u sportovních koní podle sezóny.....	30
Tabulka 4.3: Průměrné hodnoty biochemických ukazatelů u školních koní podle sezóny.....	30
Tabulka 4.4: Referenční hodnoty vybraných minerálních prvků.....	39
Tabulka 4.5: Výsledky minerálního profilu jednotlivých koní – 1. odběr (květen) ..	40
Tabulka 4.6: Výsledky minerálního profilu jednotlivých koní – 2. odběr (srpen)	41
Tabulka 4.7: Výsledky minerálního profilu jednotlivých koní – 3. odběr (prosinec)	42
Tabulka 0.1: Výsledky biochemických parametrů – 1. odběr	57
Tabulka 0.2: Výsledky biochemických parametrů – 2. odběr	58
Tabulka 0.3: Výsledky biochemických parametrů – 3. odběr	59

Seznam grafů

Graf 4.1: Průměrné hodnoty alkalické fosfatázy podle sezóny.....	32
Graf 4.2: Průměrné hodnoty glukózy podle sezóny.....	33
Graf 4.3: Průměrné hodnoty GMT podle sezóny.....	34
Graf 4.4: Průměrné hodnoty celkové bílkoviny podle sezóny	36
Graf 4.5: Průměrné hodnoty močoviny podle sezóny.....	37
Graf 4.6: Průměrné hodnoty cholesterolu podle sezóny	38
Graf 4.7: Průměrné hodnoty triacylglycerolů podle sezóny	39
Graf 4.8: Průměrné hodnoty vápníku podle sezóny.....	43
Graf 4.9: Průměrné hodnoty fosforu podle sezóny	44
Graf 4.10: Průměrné hodnoty hořčíku podle sezóny	45

Seznam zkratek

ALP – alkalická fosfatáza

ALT – alaninaminotransferáza

AST – aspartátaminotransferáza

ATP – adenosintrifosfát

Ca - vápník

CB – celková bílkovina

CK – kreatinikináza

ČB – České Budějovice

EMS – equinní metabolický syndrom

GMT – gama-glutamyltransferáza

Chol. – cholesterol

JČU – Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích

max. – maximum

Moč. – močovina

min. – minimum

NaCl – chlorid sodný

P – fosfor

sx – směrodatná odchylka

TAG – triacylglyceroly

x - průměr

Přílohy

Tabulka 0.1: Výsledky biochemických parametrů – 1. odběr

	1. odběr (květen)	ALP	Glukóza	GMT	CB	Močovina	Cholesterol	TAG
		μkat/l	mmol/l	μkat/l	g/l	mmol/l	mmol/l	mmol/l
Sportovní koně	George Z	3,61	4,42	0,28	61,40	7,25	1,17	0,32
	Aféra	2,64	5,12	0,17	60,50	7,28	0,76	0,43
	Gipson	2,57	5,14	0,19	58,40	7,19	0,87	0,22
	Eliza	2,17	4,77	0,23	58,30	6,38	0,89	0,30
	Korse	3,09	4,72	0,11	56,30	6,76	0,86	0,27
	Průměr	2,82	4,83	0,20	58,98	6,97	0,91	0,31
	Směrodatná odchylka	0,49	0,27	0,06	1,80	0,35	0,14	0,07
	Maximum	3,61	5,14	0,28	61,40	7,28	1,17	0,43
	Minimum	2,17	4,42	0,11	56,30	6,38	0,76	0,22
Školní koně	Merry Dey	3,19	4,65	0,30	62,90	6,62	0,92	0,44
	Corrida Great	2,88	4,13	0,19	61,20	6,78	0,97	0,37
	Jim Beam	1,73	5,08	0,13	61,20	6,52	0,95	0,29
	Čert	2,82	5,46	0,24	63,80	7,81	0,97	0,39
	Carlos	2,88	4,22	0,19	60,50	5,59	0,89	0,31
	Průměr	2,70	4,71	0,21	61,92	6,66	0,94	0,36
	Směrodatná odchylka	0,50	0,51	0,06	1,23	0,71	0,03	0,05
	Maximum	3,19	5,46	0,30	63,80	7,81	0,97	0,44
	Minimum	1,73	4,13	0,13	60,50	5,59	0,89	0,29

Tabulka 0.2: Výsledky biochemických parametrů – 2. odběr

	2. odběr (srpen)	ALP	Glukóza	GMT	CB	Močovina	Cholesterol	TAG
		μkat/l	mmol/l	μkat/l	g/l	mmol/l	mmol/l	mmol/l
Sportovní koně	George Z	3,72	5,54	0,28	61,80	5,87	3,87	0,36
	Aféra	4,79	5,40	0,17	66,20	6,18	2,59	0,39
	Gipson	2,30	5,42	0,26	64,60	6,51	3,28	0,38
	Eliza	1,80	5,17	0,20	65,70	4,20	3,29	0,28
	Korse	2,95	5,19	0,20	65,10	6,31	3,24	0,36
	Průměr	3,11	5,34	0,22	64,68	5,81	3,25	0,35
	Směrodatná odchylka	1,06	0,14	0,04	1,54	0,83	0,41	0,04
	Maximum	4,79	5,54	0,28	66,20	6,51	3,87	0,39
	Minimum	1,80	5,17	0,17	61,80	4,20	2,59	0,28
Školní koně	Merry Dey	1,92	6,57	0,10	66,20	5,29	3,57	0,34
	Corrida Great	3,12	5,17	0,16	62,10	5,92	3,25	0,34
	Jim Beam	2,05	5,80	0,18	64,50	6,04	3,43	0,30
	Čert	1,98	4,67	0,19	66,10	4,46	3,31	0,30
	Carlos	2,69	4,65	0,20	66,60	5,47	3,27	0,39
	Průměr	2,35	5,37	0,17	65,10	5,44	3,37	0,33
	Směrodatná odchylka	0,47	0,73	0,04	1,66	0,56	0,112	0,03
	Maximum	3,12	6,57	0,20	66,60	6,04	3,57	0,39
	Minimum	1,92	4,65	0,10	62,10	4,46	3,25	0,30

Tabulka 0.3: Výsledky biochemických parametrů – 3. odběr

3. odběr (prosinec)		ALP	Glukóza	GMT	CB	Močovina	Cholesterol	TAG
		μkat/l	mmol/l	μkat/l	g/l	mmol/l	mmol/l	mmol/l
Sportovní koně	George Z	3,70	4,37	0,36	69,70	4,52	3,46	0,38
	Aféra	2,75	4,35	0,32	66,60	4,99	1,86	0,38
	Gipson	2,25	5,15	0,37	66,80	5,10	2,77	0,30
	Eliza	1,77	3,73	0,47	65,80	4,62	2,26	0,25
	Korse	2,64	4,88	0,36	63,60	4,32	2,43	0,33
	Průměr	2,62	4,50	0,38	66,50	4,71	2,56	0,33
	Směrodatná odchylka	0,71	0,55	0,06	2,19	0,33	0,60	0,06
	Maximum	3,70	5,15	0,47	69,70	5,10	3,46	0,38
	Minimum	1,77	3,73	0,32	63,60	4,32	1,86	0,25
Školní koně	Merry Dey	1,81	4,67	0,13	67,10	4,82	2,89	0,25
	Corrida Great	3,15	4,69	0,28	64,70	4,72	2,60	0,33
	Jim Beam	2,13	4,64	0,31	66,40	4,74	2,64	0,25
	Čert	3,38	4,68	0,26	69,40	4,79	2,85	0,20
	Carlos	2,45	4,50	0,34	68,00	4,26	2,46	0,23
	Průměr	2,58	4,64	0,26	67,12	4,67	2,69	0,25
	Směrodatná odchylka	0,67	0,08	0,08	1,76	0,23	0,18	0,05
	Maximum	3,38	4,69	0,34	69,40	4,82	2,89	0,33
	Minimum	1,81	4,50	0,13	64,70	4,26	2,46	0,20