

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra chovu hospodářských zvířat



**Česká zemědělská
univerzita v Praze**

**Vliv přídatku extraktu z *Azadirachta indica* a *Tabebuia
impetiginosa* v krmné dávce na mechanické vlastnosti
koňských žíní**

Diplomová práce

Bc. Kristýna Serbousková

Výživa a dietetika zvířat

Ing. Martina Jánošíková

© 2020 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Vliv přídatku extraktu z *Azadirachta indica* a *Tabebuia impetiginosa* v krmné dávce na mechanické vlastnosti koňských žíní" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího diplomové 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 diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 23.7.2020

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala vedoucí diplomové práce Ing. Martině Jánošíkové za velmi cenné rady, skvělou spolupráci, vstřícný přístup a čas, který mi věnovala. Dále bych ráda poděkovala Ing. Jiřímu Skalickému za umožnění výzkumné části a jeho pomoci při realizaci výzkumu. Za odborné rady a pomoc v praktické části diplomové práce moc vděčím Mgr. Josefu Zemanovi, Ph.D.

Vliv přídatku extraktu z *Azadirachta indica* a *Tabebuia impetiginosa* v krmné dávce na mechanické vlastnosti koňských žíní

Souhrn

Byliny a bylinné extrakty jsou ve výživě zvířat využívány od nepaměti. Mnohdy bývají lepší alternativou chemické léčby a nebývají považovány za doping, pokud nezlepšují výkonnost koně. V tomto výzkumu byl použit extrakt ze stromů *Azadirachta indica* a *Tabebuia impetiginosa*. *Azadirachta indica* je strom pocházející z Indie a Myanmaru. Všechny jeho části jsou využívány v indické medicíně jako lék na různé nemoci. Organizací spojených národů byl strom vyhlášen za “strom 21. století“. *Tabebuia impetiginosa* je původem ze Střední a Jižní Ameriky. Kůra stromu se využívá jako “všelék“. Výtažky jsou využívány také pro podporu růstu vlasů, prevenci alopecie a zmírnění svědění hlavy. Tyto informace byly důvodem k otázce, zda přídatky extraktů z uvedených stromů do krmné dávky zdravých koní mohou mít pozitivní vliv na kvalitu jejich žíní.

Zdravotní stav a kondici koně lze posoudit i podle stavu srsti. Správně živěný, zdravý a správně ošetřovaný kůň má srst lesklou, přiléhavou a hladkou (Dušek 2011). Prevencí před kožními nemocemi (například infekcí) je i správná skladba krmné dávky s vyváženým množstvím živin (Zeman et al. 1997). Skóre tělesné kondice (BCS) je efektivní způsob, jak sledovat zdravý a nutriční stav koně (DeLano et al. 2017) pomocí pohmatu na určitých částech těla koně. Také vybrané hematologické hodnoty poskytují údaje pro hodnocení zdravotního stavu zvířat a pro potvrzení klinických diagnóz (Cebulj-Kadunc et al. 2002; Cebulj-Kadunc et al. 2003).

U koní zařazených do výzkumu byla zhodnocena jejich kondice a u experimentální skupiny 11 koní i biochemické složení krve. Experimentální skupina zahrnuje šest koní plemene anglický plnokrevník, ve věku 4–8 let, kteří jsou ustájeni v dostihové stáji Trios Zámecký vrch (49°50'04,4"N 15°43'50,5"E). Kontrolní skupina zahrnuje pět koní různého plemene – český teplokrevník, slovenský teplokrevník, trakénský kůň, americký klusák a kůň kinský. Tato skupina je ustájena v jezdecké stáji Abacor ve středních Čechách (50°06'75,8" N 14°14'15,45" E). První odběry žíní a u experimentální skupiny a krve proběhly v září 2019 a druhé v lednu 2020.

Výsledkem výzkumu je potvrzení našeho předpokladu, že biochemické vlastnosti se po podání extraktů stromů *Azadirachta indica* a *Tabebuia impetiginosa* nezmění. Jedno z tvrzení bylo potvrzeno pouze částečně, kdy na 5 % hladině významnosti existuje rozdíl mezi plochou průřezu před a po podání extraktů u experimentální skupiny. Současně bylo zjištěno, že neexistuje sezónní vliv na plochu průřezu u kontrolní skupiny v rámci dvou časových bloků (září 2019, leden 2020). Cíl práce byl splněn.

Klíčová slova: kůň, kondice, výživa, žíně, *Azadirachta indica*, *Tabebuia impetiginosa*

The Influence of addition of extract from *Azadirachta indica* and *Tabebuia impetiginosa* in feed ration on mechanical properties of horsehair

Summary

Herbs and herbal extracts have been used in animal nutrition since time immemorial. They are often a better alternative to chemical treatment and are not considered doping unless they improve the horse's performance. An extract from *Azadirachta indica* and *Tabebuia impetiginosa* trees was used in this research. *Azadirachta indica* is a tree native to India and Myanmar. All its parts are used in Indian medicine as a cure for various diseases. The tree was declared a "21st century tree" by the United Nations. *Tabebuia impetiginosa* is native to Central and South America. The bark of a tree is used as a "panacea". The extracts are also used to support hair growth, prevent alopecia and relieve itching of the head.

The health condition and coding of the horse can also be assessed by the condition of the coat. Properly nourished, healthy and properly treated horse has a shiny, close-fitting and smooth coat (Dušek 2011). Prevention against skin diseases (eg infections) is also the correct composition of the feed ration with a balanced amount of nutrients (Zeman et al. 1997).

To include horses in the research, their condition and, in the experimental group, the biochemical composition of the blood were evaluated. Fitness score (BCS) is an effective way to monitor a horse's health and nutritional status (DeLano et al. 2017) by palpating certain parts of the horse's body. Measurements of the most important hematological values provide data for the evaluation of animal health, as well as for the confirmation of clinical diagnoses (Cebulj-Kadunc et al. 2002; Cebulj-Kadunc et al. 2003).

Eleven horses were included in the experimental part of the work. The experimental group includes six horses of the English Thoroughbred breed, aged 4-8, which are housed in the Trios Zámecký vrch race stable (49 ° 50'04.4"N 15 ° 43'50.5"E). The control group includes five horses of various breeds – Czech Warmblood, Slovak Warmblood, Trakehner horse, American Trotter and Kinan horse. This group is housed in the Abacor riding stable in Central Bohemia (50 ° 06'75.8" N 14 ° 14'15.45" E). The first horsehair samples from the experimental group and blood took place in September 2019 and the second in January 2020.

The result of the research is the confirmation of the second hypothesis that the biochemical properties do not change after the administration of the extract. The first hypothesis was only partially confirmed, when at the 5% level of significance there is a difference between the cross-sectional area before and after administration of the extract in the experimental group. At the same time, it was found that there is no seasonal effect on the cross-sectional area of the control group within the two time blocks (September 2019, January 2020). The aim of the work was met.

Keywords: horse, condition, nutrition, horsehair, *Azadirachta indica*, *Tabebuia impetiginosa*

Obsah

1	ÚVOD	1
2	VĚDECKÁ HYPOTÉZA A CÍLE PRÁCE	2
3	LITERÁRNÍ REŠERŠE	3
3.1	BYLINY VE VÝŽIVĚ KONÍ	3
3.1.1	Azadarichta indica	4
3.1.2	Tabebuia impetiginosa	6
3.2	KOŽNÍ DERIVÁTY	8
3.2.1	Obsah minerálních látek v koňské žíni	11
3.3	KONDICE KONĚ	12
3.3.1	Stupnice tělesné kondice	12
3.4	KREV	14
3.4.1	Chemické složení krve	14
3.4.2	Referenční hodnoty u koní	17
4	METODIKA	18
4.1	ODBĚR VZORKŮ	21
4.1.1	Krve	21
4.1.2	Žíňe	21
4.2	SLOŽENÍ KRMNÉ DÁVKY	21
4.3	KVALITA ŽÍNÍ	21
4.3.1	Plocha průřezu	21
4.3.2	Určení elipticity	21
4.3.3	Protažitelnost	22
4.3.4	Celková práce potřebná k přetržení metrové žíňe	22
4.3.5	Maximální síla potřebná k přetržení žíňe	22
4.3.6	Rescilience (měrná objemová energie)	22
5	VÝSLEDKY	23
5.1	1. ODBĚRY – PŘED PODÁNÍM EXTRAKTU	26
5.1.1	Krve 1. odběr	27
5.1.2	Žíňe 1. odběry	28
5.2	2. ODBĚRY – PO PODÁNÍ EXTRAKTU	30
5.2.1	Krve 2. odběr	30
5.2.2	Žíňe 2. odběr	31
6	DISKUZE	34
7	ZÁVĚR	35
8	LITERATURA	36

1 Úvod

Koně a rostliny patří neodmyslitelně k sobě. V moderní době, kdy je od koní vyžadována maximální výkonnost, dobrý fyzický a psychický stav a v neposlední řadě i reprezentativní vzhled, hledají lidé možnosti, jak tohoto dosáhnout i pomocí různých rostlin. Byliny a bylinné extrakty obsahují různé fotochemikálie s biologickou aktivitou, které mohou mít terapeutické účinky.

Azadirachta indica, známá také jako Neem, je tropický stálezelený strom pocházející z Indie. Všechny části stromu jsou používány v tradiční indické medicíně jako „všelék“. Z listů se připravují extrakty využívané na kožní problémy. Antiseptická pryskyřice je přidávána do zubních past, mýdel a pleťových vod. Margosa olej je extrahovaný ze semen a je využíván na úlevu od malomocenství a vykazuje antikarcinogenní účinky. Organizací spojených národů byl vyhlášen jako strom 21. století.

Tabebuia impetiginosa, známá také jako Lapacho, je původem z deštných pralesů Střední a Jižní Ameriky. Výtažky z rostlin jsou využívány pro podporu růstu vlasů a prevenci alopecie. Kůra lapacho se používá především v Jižní Americe k léčbě nádorových onemocnění, bakteriálních, virových a kvasinkových infekcí, alergií, astmatu, nachlazení, horečky, bolestí hlavy a zubů, revmatismu, cukrovky, žaludečních vředů, zácpy, žlučnickových onemocnění, malárie, spavé nemoci, leishmaniózy, svrabu, ekzému, lupénky, bércových vředů, při uštknutí hadem a také na zlepšení fyzické a psychické výkonnosti.

„Koho neuzdraví léky, toho uzdraví příroda.“ Hippokratés

2 Vědecká hypotéza a cíle práce

Hypotéza 1

Extrakt z *Azadirachta indica* a *Tabebuia impetiginosa* přidaný do krmné dávky bude mít pozitivní vliv na mechanické vlastnosti koňských žíní. Hodnoty u plochy průřezu, protažitelnosti a celkové práce potřebné k přetržení žíně se zvýší.

Hypotéza 2

Extrakt z *Azadirachta indica* a *Tabebuia impetiginosa* přidaný do krmné dávky nebude mít negativní vliv na biochemické parametry krve.

Cílem práce je stanovit vliv extraktu z *Azadirachta indica* a *Tabebuia impetiginosa* na mechanické vlastnosti žíní koní a biochemické složení krve a potvrdit hypotézy.

3 Literární rešerše

3.1 Byliny ve výživě koní

Termín byliny je používán k označení nejen bylinných rostlin, ale také kůry, kořenů, listů, semen, květů a plodů stromů, keřů, dřevin a výtažků z nich (Craig 1999). V humánní a veterinární medicíně roste zájem o objevování nových přírodních látek, zejména bylinných derivátů, které zlepšují biologické funkce a zdraví (Valle 2006). Na trhu s krmním a krmnými doplňky i pro koně se prodává mnoho rostlinných výtažků a bylinných doplňků s cílem zvýšit výkon či pro psychickou pohodu, ale vědecké důkazy jejich biologických účinků jsou u koní omezené. Teoreticky je aplikace rostlinných výtažků bezpečnější oproti syntetickým antibiotikům nebo lékům. To neznamená, že jsou zcela bezpečné. Při podávání jiných léků se musí sledovat reakce zvířete, případně zamezit interakci bylin a léčiv (Elghandour et al. 2018). Byliny obsahující salicyláty, například Tužebník jilmový (*Filipendula ulmaria*), Libavka poléhavá (*Gaultheria procumbens*), Vrba bílá (*Salix alba*), topol (*Populus tremuloides*), Ženšen pravý (*Panax quinquefolius*), Lékořice lysá (*Glycyrrhiza glabra*) a Šalvěj lékařská (*Salvia officinalis*), se musí podávat obezřetně kvůli jejich interakci s různými léky. Mohou vytvářet různé vedlejší účinky v mírném až těžkém rozsahu, v závislosti na koncentraci (Chmelíková et al. 2018).

Byliny a bylinné extrakty obsahují různé fotochemikálie s biologickou aktivitou, které mohou mít terapeutické účinky, například flavonoidy, terpeny, lignany, sulfidy, polyfenoly, karotenoidy, kumarininy, saponiny, rostlinné steroly (Craig 1999).

Česnek je jeden z nejrozšířenějších bylinných produktů zvyšujících výkon (Valle 2006). U česneku jsou charakterizované antibakteriální, antivirové, anti parazitické, protirakovinné a hypoglykemické vlastnosti. Ovšem větší množství česneku může být toxické (Pearson et al. 2005).

Dle výzkumu Elghandour et al. (2018) je extrakt zázvoru vhodný jako doplňkové krmivo pro sportovní koně, dokáže v krátké době eliminovat pozávodní únavu. Česnek, ženšen vynikají svými silnými antioxidačními vlastnostmi a jejich doplňování do krmné dávky může snížit pravděpodobnost výskytu chorob souvisejících se stresem a imunitou. Pravidelné podávání lněného semínka či jeho výtažku podporuje dobrou kvalitu srsti díky přítomnosti omega-3 mastných kyselin.

V antidopingových předpisech pro koně se za zakázané látky považují přírodní nebo syntetická léčiva, která mají potenciál zvýšit výkonnost a neměla by být nalezena v tělesných tekutinách sportovních koní na jakékoli úrovni. Dle závodních pravidel jezdecké federace ve Spojeném království z roku 2010 lze jakýkoli doplněk krmiva nebo léky, včetně rostlinných výtažků, volně krmit pro koně v tréninku, ale několik dní před závody by se mělo ukončit podávání těchto látek, aby se zabránilo možné detekovatelnosti během závodů (Elghandour et al. 2018).

3.1.1 *Azadirachta indica*

říše: rostliny, podříše: cévnaté rostliny, oddělení: krytosemenné, třída: vyšší dvouděložné, řád: mýdelníkotvaré, čeleď: zederachovité, rod: azadirachta

Latinský název *Azadirachta indica* pochází z perštiny. Azad znamená "zdarma", dirakht znamená "strom", i-Hind znamená "indického původu". Proto je doslovný překlad znamená "volný strom Indie" (Kumar & Navaratna 2013). Je známý pod řadou jmen, například Indická lila (angličtina), Azadirakhta (perština), Margosa a Neeb (arabsky), Dogon yaro (některé nigerijské jazyky). Ve východní Africe je známý jako Mwarobaini, doslovný překlad znamená "strom na 40", protože se považuje, že má léčebné účinky na 40 různých onemocnění (Gupta et al. 2017).

Azadirachta indica patří do čeledi Meliaceae, je to tropický stále zelený a hojně rozvětvený strom, vysoký okolo 16 metrů (viz Obr. 1). Listy jsou šikmé (viz Obr. 2), kmen má pevné dřevo a vlastnosti odpuzující hmyz. Původem je z Indie a Myanmaru, vyskytuje se také v Bangladéši, Srí Lance a afrických zemích.

Chemické složky obsahují mnoho biologicky účinných sloučenin, včetně alkaloidů, flavonoidů, triterpenoidů, fenolické sloučeniny, karotenoidy, steroidy a ketony, biologicky nejaktivnější sloučenina je azadirachtin, je to směs sedmi izomerní sloučenin označených jako azadirachtin A-G a azadirachtin E. Další sloučeniny, které mají biologickou aktivitu jsou salannin, těkavé oleje, meliantriol a nimbin (Imam et al. 2012).

Z listů se připravují přípravky – extrakty, které jsou aplikovány jako všelék na kožní problémy, například ekzém, akné a rakovinu kůže (Gupta et al. 2017). V Indii byla tradičně ceněna její antiseptická pryskyřice, která byla přidávána do zubních past, mýdel a pleťových vod. Výtažky z listů a ovoce lze využít jako antiparazitikum. Aromatický olej extrahovaný ze semen je známý jako Margosa olej a je dlouhodobě využíván na úlevu od malomocenství (lepra) a vykazuje také antikarcinogenní vlastnosti. Je to také důležitá medonosná rostlina (Schans 2004). Z rostliny byly získány unikátní chemické sloučeniny, které jsou účinně používány jako antiseptické, antivirotické, antipyretické, protizánětlivých, pro-vředových, antimalariálních, protiplísňových a protirakovinných činidel (Gupta et al. 2017). Bylo zjištěno, že extrakty z Neemu způsobují u hmyzu sterilitu a inhibují jejich snášky vajíček. Jeho semena produkují azadirachtin, který narušuje metamorfózu hmyzích larev. Je z něho vyráběn silný pesticid schopný ničit bakterie a více než 200 druhů hmyzu. Pro člověka je netoxický (Schans, 2004).

Všechny části stromu *Azadirachta indica* jsou běžně používány v tradiční indické medicíně jako domácí lék na různé choroby. Vzhledem k obrovskému terapeutickému významu je znám také jako "vesnická lékárna", zejména v Indii (Gupta et al. 2017). *Azadirachta indica* je neuvěřitelná rostlina, která byla prohlášena za "strom 21. století" Organizací spojených národů. Národní akademie Spojených států amerických zveřejnila v roce 1992 zprávu nazvanou "Neem: strom pro řešení globálních problémů" (Kumar & Navaratna 2013).



Obr. 1 strom *Azadirachta indica*
(<https://www.dominicagardens.com/azadirachta-indica.html>)



Obr. 2 *Azadirachta indica* listy a plody
(<https://www.britannica.com/plant/neem-tree>)

3.1.2 *Tabebuia impetiginosa*

říše: rostliny, podříše: cévnaté rostliny, oddělení: krytosemenné, třída: vyšší dvouděložné, řád: hluchavkotvaré, čeleď: trubačovité, rod: tabebuja

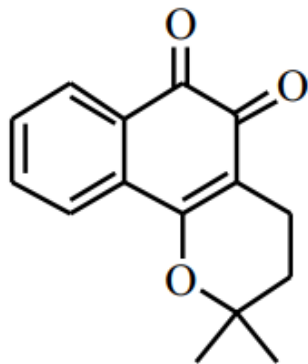
Tabebuia impetiginosa je původem z tropických deštných pralesů Střední a Jižní Ameriky (Alzohairy et al. 2016). Je rozsáhle distribuován po celém americkém kontinentě, od Mexika až po střední Argentinu. Je to stálezelený strom a s růžovými nebo fialovými květy (viz Obr. 4 a 5). Její běžný názvy jsou ipêroxo (v překladu červená tlustá kůra), taheebo (v překladu mravenčí dřevo), tajy („mít sílu a vitalitu“) a červené nebo fialové lapacho (Kaushik et al. 2014).

Kůra *Tabebuia impetiginosa* obsahuje řadu biologicky aktivních látek, nejvýznamnější jsou anthrachinony a naftochinony, dále deriváty kyseliny benzoové, kumariny, lignany, steroidní látky, flavoidy, iridoidní glykosidy a aromatické látky (Navrátilová 2018).

Léčivé účinky kůry byly popsány v druhé polovině 19. století a jsou intenzivně studovány od 60. let 20. století, kdy byl v Brazílii popsán případ „zázračného“ vyléčení rakoviny kůrou z tohoto stromu. Jako „všelék“ se kůra lapacho používá především v Jižní Americe, k léčbě nádorových onemocnění, bakteriálních, virových a kvasinkových infekcí, alergií, astmatu, nachlazení, horečky, bolesti hlavy a zubů, revmatismu, cukrovky, žaludečních vředů, zácpy, žlučnickových onemocnění, malárie, spavé nemoci, leishmaniózy, svrabu, ekzému, lupénky, bércových vředů, při uštknutí hadem a také na zlepšení fyzické a psychické výkonnosti (Shanley & Luz 2003; Navrátilová 2018).

Z *Tabebuia impetiginosa* byly izolovány dvě hlavní bioaktivní složky: lapachol a β -lapachon (chemické složení viz Obr. 3) – patřící do skupiny naftochinonů, je považován za hlavní protinádorovou sloučeninu a má také protizánětlivé, analgetické a antibiotické vlastnosti (Gómez Castellanos 2009; Costa 2011). Je dokázána aktivita proti mnoha rakovinným buněčným liniím jako je rakovina prostaty, rakovina prsu, rakovina vaječnicků, rakovina děložního čípku, plicní adenokarcinom, osteosarkom a leukémie (Kaushik 2014). *Tabebuia impetiginosase* zdá být obecně bezpečná a jedna z nejdůležitějších interakcí byla spojena s narušením biologického cyklu vitamínu K v těle (Gómez Castellanos et al. 2009).

Výtažky z rostlin z rodu *Tabebuia* jsou využívány pro podporu růstu vlasů, prevenci alopecie a zmírnění svědění hlavy. Extrakt se rozpouštěním pomocí rozpouštědla (například methanol, ethanol a 1,3-butylenglykol) při pokojové teplotě a sušením za nízkého tlaku (Piastrri 2007).



LAPACHONE

Obr. 3 Chemická štruktúra bioaktívneho lapachonu



Obr. 4 strom *Tabebuia impetiginosa* (<https://www.indiamart.com/proddetail/tabebuia-avellaneda-pink-trumpet-avenue-plants-2103966633.html>)



Obr. 5 *Tabebuia impetiginosa* listy a květy
(<http://www.botany.hawaii.edu/faculty/carr/page24.htm>)

3.2 Kožní deriváty

Srst má významnou roli při tepelné izolaci, smyslovém vnímání a také je funkční bariérou proti chemickému, fyzickému a mikrobiálnímu poškození kůže. Schopnost termoregulace úzce souvisí s délkou, tloušťkou a hustotou srsti. Barva srsti má také určitý význam při termoregulaci, srst světlé barvy odráží sluneční záření.

Existují dva typy srsti – primární s funkcí krycí a sekundární neboli podsada (Norris 2012). U koní se rozlišuje několik typů chlupů. Dočasná srst je na většině těla, žíně tvoří ocas, hřívu a řasy. Mezi trvalé chlupy patří hmatové chlupy, které jsou lokalizovány u tlamy, očí a v uších (Dunnett & Less 2003). Krycí chlupy jsou dlouhé, silné a větvenovitě ztenčené. Vždy obsahují dřev. Chlupy tvořící podsadu jsou tenké, jemné a výrazně zvlňené. Neobsahují dřev nebo jen malé zbytky. Ochranné chlupy – vlasiny a žíně se vyskytují jen na některých částech těla, kde vytvářejí chlupové soubory, například hřívu, rousy a ocas. Jsou to dlouhé lesklé chlupy elipsovitého tvaru (viz Obr. 6), u kterých může chybět dřev. Hmatové chlupy jsou tlusté se silnou kůrou a tenkou dřeví. Tlak na volnou část hmatového chlupu způsobí pohyb chlupového kořene, a tak dojde ke stlačení krevních splavů uložených ve vazivové pochvě a jsou podrážděna nervová zakončení (Tichý 2004).

Srst se skládá z keratinizovaných epidermálních buněk, které se tvoří ve vlasových folikulech umístěných v dermální vrstvě kůže (Yochem et al. 2018). Chlup je složen přibližně z 85 % z keratinu (protein), poté z melaninu (pigment) a stopového množství kovových prvků. Tyto prvky jsou v žíních již během růstu a/nebo absorbované z vnějšího prostředí. Nejčetnější aminokyseliny v žíních jsou kyselina glutamová, cystin, serin, arginin, leucin, prolin a glycin (Samata & Matsuda 1988).

Lze rozlišit tři morfologické oblasti chlupu – kutikulu, kůru a dřev (Deedrick & Koch 2004). Dřev chlupu je v centrální části chlupu, je to sloupec rohovatějících buněk (viz Obr. 8) (Tichý 2004). Yasser et al. (2018) zjistili, že průměr dřevě u koňského chlupu je velmi úzký, tvoří méně než jednu třetinu kutikuly. Dřev nemusí být vždy v chlupu přítomna (viz Obr. 7) (Lai-Cheong & McGrath 2009). Okraje kutikuly jsou zoubkované nebo vroubkované. Překrývající se bezjaderné šupinovitě buňky stojí za kachlovou strukturou vnější kutikuly (viz Obr. 9) (Dunnett & Less 2003; Tichý 2004).

Makroskopicky se chlup skládá ze dvou částí – kořen, stvol. Kořen chlupu je lokalizován v kožní škáře ve chlupovém váčku. Má trubičkovitý tvar tvořený dvěma epitelovými pochvami, vazivovou pochvou a sklovitou blankou (Jelínek & Jelínek 2002). Stvol chlupu je část vyčnívající nad pokožku, různého tvaru a zakončen hrotem (Marvan & Hampl 2011). Vzpřimovač chlupů – svazek hladké svaloviny se upíná k vnější stěně chlupového váčku. Při smrštění vzpřimovače se chlup napřímí, tím dojde ke zježení srsti (Tichý 2004).

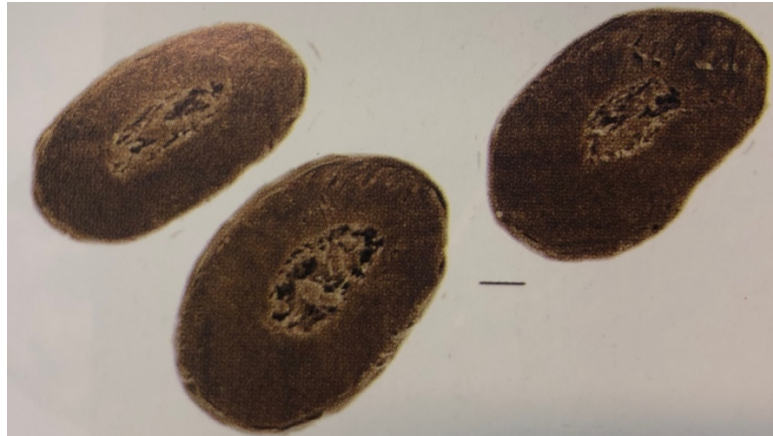
Růst chlupů je cyklický proces střídání fáze růstu a klidu ve folikulech. Celý cyklus trvá přibližně tři měsíce, u dlouhé srsti až osm měsíců (Tichý 2004). Při produkci nových chlupů procházejí existující folikuly třemi cykly – růst (anagen), regrese (katagen) a klid (telogen). Během každé fáze anagenu folikuly produkují celý vlasový hrot od špičky ke kořenu, chlupy se postupně protahují a vystupují nad povrch kůže.

Během katagenní fáze nastává pokles a následně zastavení mitotické aktivity. Fáze telogenní se vyznačuje krátkým folikulem se spodinou končící na úrovni mazové žlázy. Folikuly se resetují a připraví své kmenové buňky, aby mohly obdržet signál pro zahájení další růstové fáze a vytvoření nové chlupové cibulky (Alonso & Fusch 2006; Sloet van Oldruitenborgh-Oosterbaan & Grinwis 2016). Za měsíc naroste žíně přibližně o 2,2 až 2,5 cm (Wong et al. 2018).

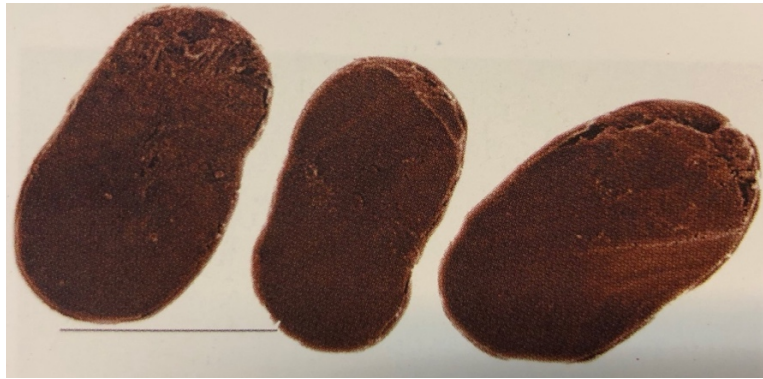
Povrch kůže savců se srstí je obecně s kyselým pH v rozmezí 4,8 až 6,8. Během pocení se pH zvyšuje až na 7,9 (Norris 2012).

Zdravotní stav a kondici koně lze posoudit i podle stavu srsti. Správně živěný, zdravý a správně ošetřovaný kůň má srst lesklou, přiléhavou a hladkou (Dušek 2011). Prevencí před kožními nemocemi (například infekcí) je správná skladba krmné dávky s vyváženým množstvím živin. Krmivo by mělo obsahovat vhodné množství zinku, jeho nedostatek může vést k poruchám povrchu kůže, srsti nebo kopyt. Z hlediska výživy je vývoj chlupů ovlivněn množstvím jódu (Zeman et al. 1997). Ve výzkumu Kania et al. (2009) byl prokázán rozdíl v kvalitě srsti při podání krmných doplňků se zinkem a mědí. U koní, kterým byl zinek a měď podávány v organické formě byla zjištěna vyšší elasticita, průměr chlupu i pevnost.

Srst koní má stále vyšší využití pro dopingovou kontrolu, zejména žíně. Hlavním důvodem je delší doba, po kterou lze zakázané látky v žíních vysledovat (Wong et al. 2018). Studie prokázaly, že na rozdíl od analýzy moči a krve, analýza žíní dokáže detekovat a kvantifikovat léky týdny, měsíce i roky po jejich podání (Ghorbani et al. 2015). Látky jsou v žíní přítomny ve vyšších hladinách, a tak umožňují citlivější a analyticky více přesné výsledky. V neposlední řadě je jejich shromažďování, přeprava a skladování jednodušší a levnější (Bass et al. 2001). Segmentální analýza předpokládá, že žíně rostou konstantní rychlostí, tudíž poloha léčiv v žíní může korelovat s časem, kdy bylo léčivo přítomno v krevním řečišti. Přesnost vypočtené polohy může být silně ovlivněna individuálními rozdíly v rychlosti růstu žíní, synchronizací fází růstu chlupů (Gratacós-Cubars et al. 2006). Pasivní difúze je mechanismus akumulace léků do molekul žíně, z krve do rostoucích buněk vlasového folikulu. Léky se mnohou v žíních hromadit z krve během histogeneze – tzv. endogenní cesta, další možností je z potu a kožního mazu – endogenní-exogenní cesta anebo z vnějšího prostředí – exogenní cesta (Gratacós-Cubarsí et al. 2006). Několik studií mechanismu endogenní cesty naznačuje, že pasivní difúze z krve je ovlivněna molekulární velikostí a strukturou léčiva, mikroprostředím, povahou biomembrán, průtokem krve, vazbou na plazmatické proteiny, lipidovou rozpustností léčiva (Wenning 2000). Bylo také sledováno, zda pigmentace žíně hraje důležitou roli při hromadění léků dle hydrofobní nebo elektrostatické interakce s melaninem. Studie zabývající se vazebnou schopností různých léčiv k přírodním a syntetickým melaninům prokázaly, že základní a hydrofobní léčiva se vážou silněji než ty kyselé. Amfoterní (v molekule je kyselá i zásaditá funkční skupina) léky, například chinolové léky, se akumulují více v tmavých žíních oproti světlým. Lze z těchto studií logicky odvodit, že černé žíně akumulují základní léky efektivněji než bílé nebo světlé žíně (Howells et al. 1994; Dunnet & Less 2004; Gratacós-Cubarsí et al. 2006).



Obr. 6 Příčný průřez žíní – elipsovité tvar (Chernova 2011)



Obr. 7 Příčný průřez žíní, u které zcela chybí dřev (Chernova 2011)



Obr. 8 Podélná část středu žíně – dřev (Chernova 2011)



Obr. 9 Šupinové buňky na vnější kutikule srsti (Chernova 2011)

3.2.1 Obsah minerálních látek v koňské žíni

Analýzu obsahu minerálních látek v žíních u domestikovaných zvířat lze využít jako metodu hodnocení nutričního stavu (Armelin et al. 2001). Minerální profil žíni má vysokou diagnostickou hodnotu a může přispět k účinné prevenci a léčbě nemocí koní (Jaworski et al. 2009). Ghorbani et al. (2015) ve výzkumu zjistili, že žíň jsou lepším biologickým ukazatelem minerálního stavu koní oproti krevnímu séru. Vyšetření žíni umožňuje nahlédnutí do biochemických procesů dlouhou dobu před výskytem příznaků nemoci (Asano et al. 2002; Głazewsk 2004). Dunnnett et al. (2003) využili analýzu žíni jako indikátor minerálního stavu celého těla. Ovšem Combs (1987) se domnívá, že za změny v obsahu minerálních látek může stát mnoho faktorů, a tak to není přesný indikátor minerálního stavu koní.

Hawkins et al. (2009) poukázali na vysoké koncentrace minerálů v koňské srsti ve srovnání s jinými biologickými materiály. Stopové prvky (např. železo, mangan, měď, zinek) jsou analyzovány v žíních častěji než makrominerály (např. vápník, hořčík, fosfor, draslík) (Humann-Zehank 2008). Ve výzkumu Jančíkové et al. (2012) byl obsah jednotlivých minerálních látek stanoven metodou atomové absorpční spektrometrie.

Jaworski et al. (2017) ve výzkumu zjistili, že žíň hříbat chovaných v přírodní rezervaci (na pastvě) obsahovaly výrazně více draslíku a sodíku, oproti hříbatům chovaným ve stáji. Naopak u hříbat chovaných ve stáji bylo v žíních změřeno výrazně vyšší množství železa, manganu a mědi. Výsledky této studie naznačují, že typ ustájení (životní prostředí) mají významný vliv na minerální složení žíni u polských koní.

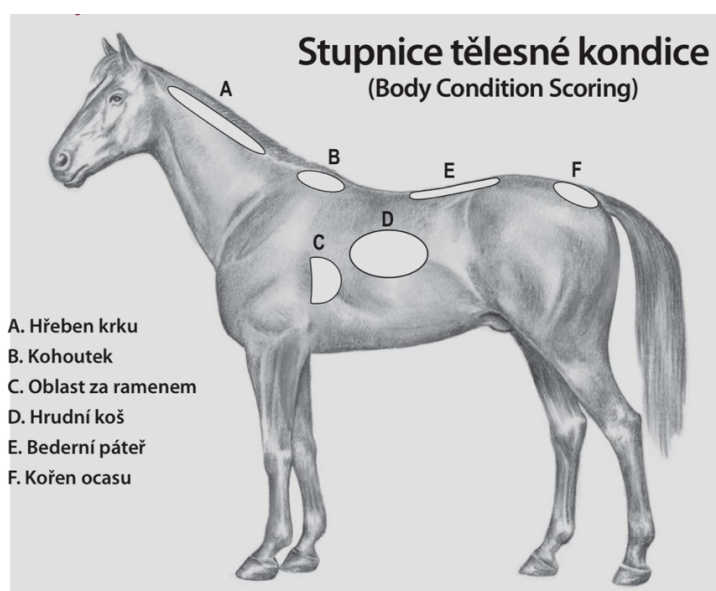
Plemeno koně nemá statistický význam, to je vědecky prokázáno ze studie Asano et al. (2005) u koncentrace Zn, Cu a Fe v žíních. Roční období má vliv na obsahu minerálních látek v žíních. Ve studii Biricik et al. (2005) bylo zjištěno, že obsah minerálních látek je průkazně nižší v zimním období oproti letnímu období, s výjimkou Cu. Nebyl nalezen rozdíl mezi obsahy minerálních látek v žíních klisen, hřebců a valachů (Asano et al. 2005).

3.3 Kondice koně

3.3.1 Stupnice tělesné kondice

Skóre tělesné kondice (BCS) je efektivní způsob, jak sledovat zdraví a nutriční stav koně (DeLano et al. 2017). Lze provést vizuálně nebo pohmatem na klíčových anatomických bodech koně lze posoudit přítomnost tuku. Tyto body jsou krk, kohoutek, oblast za ramenem, hrudní koš (žebra), bederní páteř a kořen ocasu (viz Obr. 10). K popisu každého bodu lze použít stupnici 1-9 (viz Tabulka 1). Extrémně hubený, bez tuku, je označen skórem 1 a naopak extrémně tučný je označen skórem 9. Skóre je pak zprůměrováno a systematicky přiřazeno BCS (Hoopes et al. 2019). Za optimální úroveň je považováno skóre 4–6.

Dle Jensen et al. (2016) lze rozdělit koně do čtyř skupin, koně s podvýživou (BCS 1-4), optimální (BCS 5-6), s nadváhou (BCS 7) a obézní koně (BCS 8-9). Výskyt nadváhy a obezity souvisí se zvýšeným rizikem rezistence na inzulín a laminitidy u koní (Hoffman et al. 2003; Georg 2009). Koně s BSM 4 nebo méně mají problémy s výkonem vyplývajícím z nedostatku energetické zásoby. Koním, kteří jsou v chladných měsících venku, se tělesný tuk přirozeně zvýší a tím pomůže izolovat a udržovat tělesnou teplotu. Také koně v oblastech chladného podnebí budou mít větší vrstvu tuku. Naopak koně v teplém podnebí mají méně tuku, aby nedocházelo k přehřátí. Kromě toho koně v různých fázích života mohou vyžadovat různé BCS pro splnění jejich energetických nároků, například starší a mladí rostoucí koně budou většinou vyžadovat vyšší BCS (viz Tab. 2) (Hoopes et al. 2019).



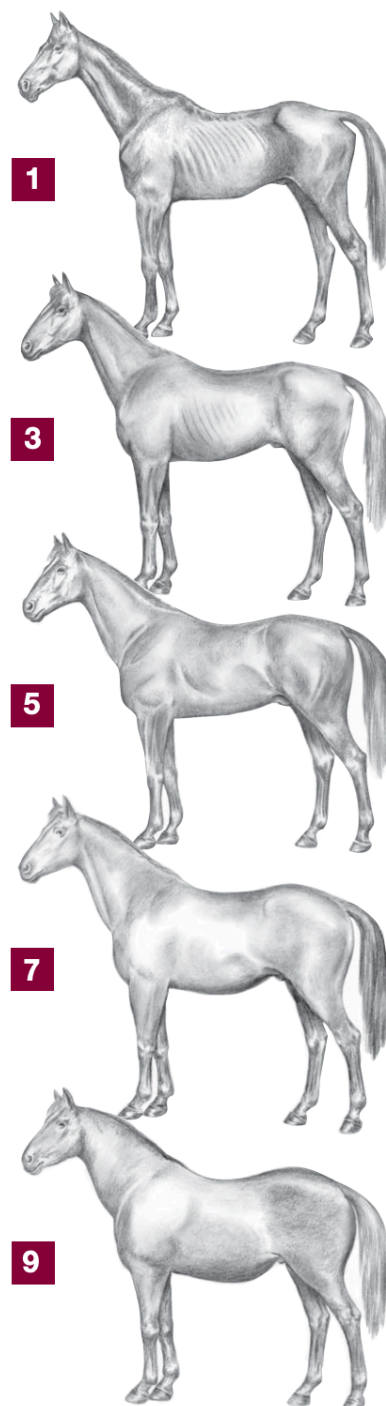
Obr. 10 Stupnice tělesné kondice – schéma míst vhodných k pohmatu (<http://www.equichannel.cz/stupnice-telesne-kondice-kone>)

Tab. 1 Příklady stupňů BCS dle využití koní (Hoopes et al. 2019)

kobyly	kobyly využívané především na chov	BCS 4-7
kůň v zátěži	těžký trénink, závodní využití	BCS 4-5
geriatrictí koně	starší koně	BCS 5-7
mladí koně	mladí a rostoucí koně	BCS 5-7
studené podnebí		BCS 6-7

Tab. 2 Popis jednotlivých úrovní – Hennekova stupnice (Henneke et al. 1983)

skóre 1 PODVÝŽIVA	Kůň je extrémně vyhublý. Chybí veškerý podkožní tuk.
skóre 2 VÝRAZNÁ VYHUBLOST	Kůň je vyhublý. Malé množství tuku pokrývá obratlové výběžky. Kohoutek ramenní klouby jsou výrazně znatelné.
skóre 3 VYHUBLOST	Tuk dosahuje do poloviny obratlových výběžků. Tenká vrstva tuku pokrývá žebra, avšak jsou dobře viditelná. Kyčelní kosti, kohoutek, ramenní klouby jsou mírně znatelné
skóre 4 LEHKÁ KONDICE	Obratlové výběžky vytváří mírný hřeben. Linie žeber se mírně rýsuje a žebra jsou viditelná. Malé množství tuku u kořene ocasu. Kyčelní kosti, kohoutek, ramenní klouby jsou nejsou výrazně znatelné.
skóre 5 STŘEDNÍ KONDICE	Oblast bederní páteře je v rovině. Žebra jsou dobře cítit na pohmat, ale nejsou viditelná. Tuk u kořene ocasu má pružnou konzistenci. Tuk se začíná ukládat podél kohoutku, za ramenním kloubem a na hřebeni krku.
skóre 6 MÍRNÁ NADVÁHA	Začíná se tvořit mírná prohlubeň podélně nad bederní páteří. Tuk u kořene ocasu má měkkou konzistenci. Tuk pokrývající žebra má pružnou konzistenci. Znatelná vrstva tuku podél kohoutku, za ramenním kloubem a na hřebeni krku.
skóre 7 NADVÁHA	Podélná prohlubeň nad bederní páteří. Jednotlivá žebra lze cítit na pohmat, ale jsou pokryta výraznou vrstvou tuku. Znatelná vrstva tuku podél kohoutku, za ramenním kloubem a na hřebeni krku.
skóre 8 OBEZITA	Výrazná podélná prohlubeň nad bederní páteří. Jednotlivá žebra lze nahmatat jenom obtížně. Výrazné tukové polštáře u kořene ocasu. Výrazná vrstva tuku podél kohoutku. Výrazný krční hřeben. Vrstva tuku podél vnitřních stehen.
skóre 9 EXTRÉMNÍ OBEZITA	Hluboká podélná prohlubeň nad bederní páteří. Tukové polštáře pokrývají žebra, tuk je prominentní u kořene ocasu, podél kohoutku, na krku a za ramenním kloubem. Výrazně prominentní krční hřeben. Vrstvy tuku podél vnitřních stehen se třou o sebe. Slabina je vyplněná a břicho má sudovitý tvar.



3.4 Krev

Krev tvoří celulární kompartment – erytrocyty, leukocyty a trombocyty a extracelulární kompartment – podpůrná tkáň parenchymatózních orgánů (Doubek 2003). Množství krve je u koní 65–75 ml krve/ 1 kg živé hmotnosti. Tělem obíhá okolo 45 litrů krve představující 10 % tělesné hmotnosti (Higgins et al. 2013). Měření nejdůležitějších hematologických hodnot poskytují údaje pro hodnocení zdravotního stavu zvířat, dále pro potvrzení klinických diagnóz (Cebulj-Kadunc et al. 2002; Cebulj-Kadunc et al. 2003). Hematologické hodnoty závisí na několika faktorech, včetně věku, plemeni, životních podmínkách, zeměpisné poloze, pohlaví a fyzickém stavu (Ulusik et al. 2013).

Erytrocyty, červené krvinky (RBC) zajišťují transport kyslíku, oxidu uhličitého a pufrování iontů vodíku prostřednictvím krve díky červenému krevnímu barvivu – hemoglobinu (Doubek 2003). Savčí erytrocyty neobsahují jádra, a tak nemohou syntetizovat nukleové kyseliny a bílkoviny (Weiss & Wardrop 2011). Hemoglobin (Hb) je hemoprotein složený z globinu a hemu. Syntetizuje se uvnitř vyvíjejícího se erytrocytu. Uplatňuje se také při udržení acidobazické rovnováhy (Doubek 2003; Weiss et al. 2011). Nižší obsah hemoglobinu může být při vyšších teplotách okolního prostředí, tento jev je způsoben změnami distribuce železa v organismu (Pavlík 2014). Hematokryt (Htc) se měří za účelem zjištění procenta erytrocytů cirkulujících v periferní krvi v době odběru (Doubek 2003). Hematokrit poskytuje nejpřesnější a nejrychlejší odhad přenášení kyslíku krví (Voigt & Swist 2011).

Trombocyty, krevní destičky (PLT) jsou buněčné, bezjaderné fragmenty. Jejich hlavní funkcí je účast na zástavě krvácení, spočívá především v tvorbě primární krevní zátky a usnadnění koagulace (Doubek 2003).

Leukocyty, bílé krvinky (WBC) se dělí na granulocyty a agranulocyty podle přítomnosti specifických granulí. Granulocyty obsahují jádro a granula v cytoplazmě. Lze je dělit na neutrofilní, bazofilní a eozinofilní dle afinity k barvivům. Zrání a diferenciací dochází v kostní dřeni. Mezi agranulocyty patří leukocyty a monocyty. Hlavní funkcí leukocytů je zabezpečení obranyschopnosti organismu (Doubek 2003).

3.4.1 Chemické složení krve

Celkový protein (TP). Albuminy a globuliny jsou dva hlavní typy proteinů v krevní plazmě. Během života zvířat dochází k poklesu počtu albuminů a nárůstu počtu globulinů. Změny v koncentraci proteinů se vyskytují jako sekundární změny u mnoha onemocnění. Hladina TP není vhodná ke stanovení diagnózy, ale může poskytnout objektivní informace o rozsahu probíhajících lézí (Petersen et al. 2004; Thrall 2012).

Albumin je hlavní sérový protein syntetizovaný především v játrech, vstupuje do krve a je katabolizován většinou tkání (Kaneko et al. 2008). Působí jako hlavní nosičový protein, který je nezbytný pro udržení onkotického tlaku a je důležitý pro transport volných mastných kyselin, žlučových kyselin, bilirubinu, vápníku, hormonů a léků (Thrall 2012; Kovarikova 2015).

Glukóza (Glu) je jednoduchý sacharid. Glukóza v krvi pochází ze střevní absorpce, u monogastrických zvířat se může zvednout její hladina v periferní krvi po dobu dvou až čtyř hodin po jídle a dále se hladina glukózy mění produkcí jater – glukoneogeneze a glykogenolýza (Doubek 2007; Thrall 2012). Její hodnoty u koní klesají při velmi vysoké zátěži. Snížené hodnoty jsou také při hladovění nebo nedostatku lehce stravitelných glycidů v krmivu. Naopak nárůst byl zaznamenán při stresu (Jelínek & Koudela 2003).

Močovina (BUN) je hlavní formou, kterou je z organismu savců eliminován dusík. Syntetizována je v játrech z hydrogenuhličitanu a amoniaku v Krebs-Henseleitovém cyklu. Ledvinovými glomeruly je filtrována z krve, ovšem 40 % je reabsorbováno (Kaneko et al. 2008; Thrall 2012). Zvýšení obsahu dochází při nadbytku neplnohodnotných bílkovin v krmivu, při překrmování bílkovin a také při vysoké tělesné zátěži – vyčerpání, přetrénování (Hanák 1996).

Kreatinin (Crea) je syntetizován z molekul aminokyselin – glycin, arginin a methionin. Ledvinami je vylučován především glomerulární filtrací a částečně tubulární sekrecí. Hodnoty kreatininu se zvyšují v případě akutního či chronického selhání ledvin (Kaneko et al. 2008).

Kyselina mléčná je produkt anaerobního metabolismu glycidů. Její hodnoty se zvyšují po těžké fyzické práci. U dostihových koní může dosahovat až na 22 mmol.l⁻¹ (Hanák 1996; Jelínek & Koudela 2003).

Lipidy. Celkový obsah lipidů závisí na příjmu lipidů v krmné dávce. K nárůstu obsahu celkových lipidů v krvi dochází při nedostatku energie a mobilizaci zásobního tuku. Transport tuků je pomocí proteinů (Doubek 2003).

Alkalická fosfatáza (ALP) je diagnosticky významná při chorobách skeletního systému, změnách kostní tkáně a diagnostice onemocnění jater. U rostoucích hříbat je zvýšená hladina ALP při výstavbě kostní tkáně. U dospělých koní jsou zvýšené hladiny patologické a svědčí o zvýšené činnosti osteoklastů nabourávajících kostní tkáň, osteolýzy a osteoporózy (Hanák 1996).

Gama – Glutamyltransferáza (GMT). Při akutních hepatitidách a poškození jater bývá vyšší GMT (Hanák 1996).

Aspartátaminotransferáza (AST) je u koní diagnosticky významná při poškození kosterního svalstva, myopatii (nemoc napadající kosterní svalstvo a způsobující jeho ochablost), poškození srdečního svalu a onemocnění jater. Hladina AST je u trénovaných koní vyšší oproti koním netrénovaným. Ke zvýšení dochází při postižení svaloviny jako je přetrénování či schvácení. U koní v začátku tréninkového procesu je hladina vyšší, později klesá (Hanák 1996; Kraft & Dürr 2001).

Kreatin kináza (CK) společně s AST se uplatňuje při kontrole stupně trénovanosti koně (Hanák 1996). Aktivita CK se zvyšuje při přímém (traumatické poškození, pohmožděniny) a nepřímém poškození svalů (akutní či chronické vyčerpání organismu, tetanus). Zvyšovat se také může při stresu či fyzické zátěži netrénovaných koní (Kraft & Dürr 2001).

Vápník je nepostradatelný pro propustnost buněčných membrán, stažitelnost svalových vláken, nervosvalovou dráždivost, srážení krve a srdeční činnost. V krvi je vázaný na albumin nebo volný (izolovaný Ca²⁺) (Doubek 2003). Hyperkalcemii neboli zvýšenou hladinu vápníku v krvi může způsobit nadbytek vitamínu D, metabolická acidóza – uvolnění z kostí, aplikace vápníkových preparátů či dehydratace.

Nízkou hladinu vápníku v krvi – hypokalcemii může způsobit aplikace kortikoidů, látek vázajících vápník, vápníkový deficit a fyáty v krmné dávce (Doubek 2010).

Fosfor má stavební funkci, je součástí fosforylačních procesů a je nezbytný pro přenos a uvolňování energie (Doubek 2010). Zvýšený obsah fosforu v krvi může způsobit krmení vysokých dávek jaderného krmiva nebo nedostatek sena. Také hypervitaminóza vitaminu D může způsobit hyperfosforemii (Hanák 1996; Zeman et al. 2005). Alkalóza (porucha acidobazické rovnováhy), aplikace kortikoidů a inzulínu způsobují nízký obsah fosforu v krvi (Doubek 2010).

Hořčík. Hladina hořčíku v krvi je ovlivňována příjmem v krmivu a v krmných minerálních doplňcích. Jeho zvýšení může být způsobeno zvýšeným buněčným katabolizmem, metabolickou acidózou či onemocněním ledvin. Nízký obsah hořčíku v krvi je způsoben nedostatečným příjmem v krmivu, průjmy a extrémní fyzickou námahou (Hanák 1996; Doubek 2010).

Sodík je s vápníkem velmi důležitý pro udržení pH tělních tekutin a udržení osmotického tlaku. Významně ovlivňuje hospodaření organismu s vodou, je nepostradatelný pro přenos vzruchů a nervosvalovou dráždivost. Snížený obsah sodíku v krvi se dostaví při těžkých metabolických acidózách, intenzivním pocení, stresových stavech a přetrénování. Ztráty sodíku jsou doprovázeny dehydratací (Hanák 1996; Doubek 2010). Zvýšený obsah sodíku je při zkrmování vyšších dávek NaCl. Obsah sodíku se mění především při narušení vnitřního prostředí organismu zejména při zátěži. Stálost jeho hladiny závisí na intenzitě zátěže a na stupni adaptace koně k zátěži (Hanák 1996).

Draslík. Při nadbytku draslíku v krvi – hyperkalemii dochází při metabolické acidóze, onemocnění ledvin či může být způsobena šokem (zchvácení, přetrénování). Nedostatek draslíku – hypokalemie se vyskytuje při průjmech, dehydrataci a intoxikací solí. Tento jev není příliš obvyklý a může se vyskytnout po intenzivní dlouhotrvající fyzické zátěži, při které dochází k intenzivnímu pocení. Následkem hypokalemie může být horší růst mladých koní, oslabení dospělých koní, snížení výkonnosti a snížení chuti k jídlu (Hanák 1996; Zeman et al. 2005).

Železo je součástí myoglobinu a hemoglobinu. Slouží k přenosu dýchacích plynů – kyslíku a oxidu uhličitého. Množství železa v organismu je přibližně 4–5 g/100 kg živé hmotnosti. Nedostatek železa může způsobit zakrslost a chudokrevnost (Hanák 1996; Zeman et al. 2005).

3.4.2 Referenční hodnoty u koní

Referenční hodnoty jsou hodnoty laboratorního vyšetření, mezi nimiž leží většina (95 %) naměřených hodnot daného souboru jedinců (viz Tab. 3) (Doubek 2003).

Tab. 3 Referenční hodnoty biochemických parametrů u koní (Jelínek & Koudela 2003)

	Jednotka	Kůň
Glukóza	mmol.l ⁻¹	4,7
Celková bílkovina	g.l ⁻¹	75
Albumin	g.l ⁻¹	28,8
Močovina	mmol.l ⁻¹	5,0
Kreatin	μmol.l ⁻¹	109
Lipidy celkem	g.l ⁻¹	3,2
Cholesterol	mmol.l ⁻¹	2,2
Žlučové kyseliny	μmol.l ⁻¹	<12
Triacylglyceroly	g.l ⁻¹	0,7
Vitamin A	mg.l ⁻¹	0,12
Bilirubin celkem	μmol.l ⁻¹	12,5
ALP	μkat.l ⁻¹	0,3 – 2,8
GMT	μkat.l ⁻¹	0,1 – 0,5
ALT	μkat.l ⁻¹	0,1 – 0,4
AST	μkat.l ⁻¹	0,1 – 3,3
CK	μkat.l ⁻¹	0,1 – 0,8
Sodík	mmol.l ⁻¹	139
Draslík	mmol.l ⁻¹	4,6
Vápník	mmol.l ⁻¹	3,0
Hořčík	mmol.l ⁻¹	0,82
Fosfor	mmol.l ⁻¹	1,6
Chlór	mmol.l ⁻¹	101
Železo	μmol.l ⁻¹	19,7
Měď	μmol.l ⁻¹	13
Zinek	μmol.l ⁻¹	15
Mangan	μmol.l ⁻¹	0,6
Selen	μmol.l ⁻¹	1,5
Jód	μmol.l ⁻¹	0,3

4 Metodika

Do experimentální části práce bylo zařazeno jedenáct koní. Experimentální skupina zahrnuje šest koní plemene anglický plnokrevník, ve věku 4–8 let, kteří jsou ustájeni v dostihové stáji Trios Zámecký vrch (49°50'04,4"N 15°43'50,5"E). Kontrolní skupina zahrnuje pět koní různého plemene – český teplokrevník, slovenský teplokrevník, trakénský kůň, americký klusák a kůň kinský. Tato skupina je ustájena v jezdecké stáji Abacor ve středních Čechách (50°06'75,8" N 14°14'15,45" E).

Experimentální skupina koní (viz Tab. 4) byla ustájena v boxových stájích s přístupem k napáječce s čerstvou vodou. Podestýlka byla slámová nebo piliny. Jejich krmná dávka měla totožné složení – 3 kg sport müsli od firmy Provet a přibližně 9 kg sena na den. Koně byli v těžkém tréninku a startovali v dostihových závodech, ovšem v období experimentu nebyla závodní sezona. Koně v tomto roční období byli bez pastvy.

Kontrolní skupina koní (viz Tab. 5) byla ustájena v boxovém ustájení s přístupem k čerstvé vodě. Podestýlka slámová nebo piliny. Koně dostávali přibližně 9 kg sena na den, doplňkové krmivo bylo u každého koně odlišné. Všichni koně byli v různě náročném tréninku. Koně v tomto roční období byli bez pastvy.

Výzkum byl zahájen v září 2019 kontrolou výživného stavu obou skupin koní pohmatem na šesti bodech těla koní (hřeben krku, kohoutek, oblast za ramenem, hrudní koš, bederní páteř, kořen ocasu) a byla zhodnocena tělesná kondice koně. Veterinárním lékařem byl zajištěn odběr krví experimentální skupiny koní pro biochemický rozbor krví. Odběr byl prováděn v dopoledních hodinách před fyzickou zátěží. Krev byla odebírána z *vena jugularis externa*. Krve ve zkumavkách byly v termoboxu ihned převezeny na rozbor, který byl vyhotoven do 2 hodin v Pardubické nemocnici na oddělení klinické biochemie. Byl stanoven biochemický rozbor a bílkovinný metabolismus, energetický metabolismus, acido-bazická rovnováha, makroprvky, mikroprvky, vitaminy a hormony. Koně neodpovídající dobré výživné kondici nebo nesplňující referenční hodnoty biochemického rozboru krví byli z experimentu vyřazeni.

Stejný den byly odebrány koňské žíně od kořene ocasu. Pro mechanické vlastnosti žíní jsou stanoveny tyto parametry: plocha průřezu, protažitelnost, měrná energie, celková práce potřebná k přetržení žíně. Pro určení některých parametrů bude využit mikroskop, mikroton a deformační zařízení.

Po prvních odběrech, které proběhly v září 2019 bylo koním od listopadu 2019 zařazeno dávka 2 g / kůň / den extraktu z *Azadirachta indica* a *Tabebuia impetiginosa* do krmné dávky po dobu jednoho měsíce. Další odběry krví a žíní proběhly v lednu 2020.

Tab. 4 Experimentální skupina koní

Jméno	Věk	Pohlaví	Plemeno	Barva	KHV, váha	Anamnéza
Don George	4 roky	valach	Anglický plnokrevník	hnědák	163 cm 500 kg	8.6.2019 očkování Equip (tetanus + chřipka) 12.10.2019 odčervení Panacur
Dundee	4 roky	valach	Anglický plnokrevník	ryzák	170 cm 600 kg	8.6.2019 očkování Equip (tetanus + chřipka) 12.10.2019 odčervení Panacur
Nahir	4 roky	valach	Anglický plnokrevník	hnědák	165 cm 600 kg	8.6.2019 očkování Equip (tetanus + chřipka) 12.10.2019 odčervení Panacur
Yara	8 let	klisna	Anglický plnokrevník	hnědák	168 cm 630 kg	8.6.2019 očkování Equip (tetanus + chřipka) 12.10.2019 odčervení Panacur
Yahk	4 roky	valach	Anglický plnokrevník	ryzák	173 cm 680 kg	8.6.2019 očkování Equip (tetanus + chřipka) 12.10.2019 odčervení Panacur
Pity	6 let	klisna	Anglický plnokrevník	tmavý hnědák	164 cm 550 kg	8.6.2019 očkování Equip (tetanus + chřipka) 12.10.2019 odčervení Panacur
Lord Ofi	8 let	valach	Anglický plnokrevník	tmavý hnědák	169 kg 630 kg	8.6.2019 očkování Equip (tetanus + chřipka) 12.10.2019 odčervení Panacur

Tab. 5 Kontrolní skupina koní

Jméno	Věk	Pohlaví	Plemeno	Barva	KHV, váha	Anamnéza
Collin	9 let	valach	Americký klusák	tmavý hnědák	165 cm 650 kg	Červen 2019 antibiotika, 12.1.2020 očkování Equip (tetanus + chřipka)
Odwar	6 let	valach	Trakénský kůň	tmavý hnědák	177 cm 700 kg	8.11.2019 odčervení Equimoxin
Harri Olli	10 let	valach	Český teplokrevník	ryzák	175 cm 680 kg	8.11.2019 odčervení Equimoxin 10.9.2019 očkování Zoetis Equip (tetanus + chřipka)
Lovey	12 let	valach	Slovenský teplokrevník	hnědák	169 cm 600 kg	8.11.2019 odčervení Equimoxin 10.9.2019 očkování Zoetis Equip (tetanus + chřipka)
Sayury	11 let	klisna	Kinský kůň	hnědák	163 cm 600 kg	8.11.2019 odčervení Equimoxin

4.1 Odběr vzorků

4.1.1 Krve

Odběr byl zajištěn veterinárním lékařem vždy v dopoledních hodinách před fyzickou zátěží. Krev byla odebírána z *vena jugularis externa*. Krve ve zkumavkách byly v termoboxu ihned převezeny na rozbor, který byl vyhotoven do 2 hodin v Pardubické nemocnici na oddělení klinické biochemie.

4.1.2 Žíně

Žíně o průměru přibližně 1 cm byly koním odstříhány pomocí nůžek ze spodní části kořene ocasu. Každý odběr probíhal z téměř totožného místa na levé části ocasu. Odstřižené žíně byly vloženy do uzavíratelných plastových ZIP sáčků a pečlivě popsány. Žíně byly uskladněny ve tmě za pokojové teploty.

4.2 Složení krmné dávky

Kontrolní skupina koní byla krmena lučným senem, přibližně 9 kg/kůň/den, jadrnými krmivými – oves nebo ječmen 1-1,5 kg/kůň/den a granulemi Fitmin Sport (2-2,5 kg/kůň/den) složených z ječmene, vojtěškových úsušků, pšeničných otrub, uhličitanu vápenatého, chloridu sodného, řepkového oleje, inaktivovaných kvasinek rodu *Saccharomyces cerevisiae* 9000 mg/kg, sušené řasy *Schizochytrium limacinum* 1000 mg/kg, juky shidigera 100 mg/kg.

Experimentální skupina koní byla krmena lučným senem přibližně 9 kg/kůň/den a krmivem PROVET® AKTIV GRANULE (3-3,5 kg/kůň/den) složené z ječmene, kukuřice, úsušky pícnin vojtěšky, pšeničných otrub, cukrovarských řízků, monokalciumpfosfátu, rostlinného oleje – řepkový, sójový extrahovaný šrot, uhličitan vápenatý, melasa řepná, oxid hořečnatý, chlorid sodný, minerálně-vitamínový premix.

4.3 Kvalita žíní

4.3.1 Plocha průřezu

Plocha průřezu byla měřena pomocí trojosého optického měřiče elipticity, kdy byly nafoceny první 4 cm žíně od kořene ocasu. Každý úsek v délce 4 mm byl nafocen ze třech různých stran po 120°. Ze snímků byly určeny šířky projekcí s teoretickým rozlišením délkovým i podélným 0,75 μm . Tyto tři šířky byly použity pro výpočet hlavní a vedlejší poloosy elipsy a , b a vystihující co nejlépe tvar daného řezu žíně. Plocha průřezu byla pak určena dle vzorce $S = \pi \cdot a \cdot b$ [μm^2].

První 2 cm žíně odpovídají říjnu a listopadu, v listopadu byl koním podáván extrakt, druhé 2 cm odpovídají prosinci a lednu, kde lze předpokládat změny.

4.3.2 Určení elipticity

Určení míry elipticity se vypočítá poměrem osy a a b .

4.3.3 Protážitelnost

Protážitelnost byla měřena v deformačním zařízení Deform 02. Měření při konstantní rychlosti 1 mm/min. Žíně je z biomechanického pohledu hydrofilní termobiopolymer, tudíž vlastnosti závisí na množství vody a teplotě, proto jsme je v době měření udržovali v konstantní hodnotě RH 28 % a teplotě 30 °C. Protážitelnost stanovujeme jako poměr délky žíně v okamžiku přetržení a počáteční délky bez počáteční délky. Vyjadřujeme ji v procentech. Tato informace nám tedy říká o kolik délkových procent můžeme žíni pozvolna natáhnout, než se přetrhne.

4.3.4 Celková práce potřebná k přetržení metrové žíně

Celková práce byla měřena v deformačním zařízení Deform 02. S rostoucí silou (ΔF [N]) se zvyšuje délka (Δl [mm]) až po její přetržení (viz Obr. 11). Výsledná hodnota je v joulech.

$$W = \sum \Delta F \cdot \Delta l \quad [\text{J}]$$



Obr. 11 Graficky znázorněný průběh protažení žíně až po její přetržení

4.3.5 Maximální síla potřebná k přetržení žíně

Je stanovena v Newtonech a určujeme jí z grafu (viz Obr. 11) jako hodnotu v momentě přetržení žíně na ose síly.

4.3.6 Resciance (měrná objemová energie)

Měrná energie byla vypočítána pomocí hodnot celkové práce potřebné k přetržení žíně a vydělena objemem (medián eliptického průřezu krát délka žíně) žíně. Výsledná hodnota je v joulech na metr krychlový.

$$\text{měrná } E = \frac{\text{celková práce potřebná k přetržení žíně}}{\text{objem žíně}} \quad [\text{J/m}^3]$$

5 Výsledky

Po podání extraktu z *Azadirachta indica* a *Tabebuia impetiginosa* se zvětšila plocha průřezu žíně u experimentální skupiny na úroveň kontrolní skupiny. Toto je jediný staticky významný výsledek. Pro statistický výpočet byl využit Wilcoxonův párový test. Na 5% hladině významnosti existuje rozdíl mezi plochou průřezu před a po podání extraktu u experimentální skupiny. Na 5% hladině významnosti neexistuje statisticky významný rozdíl mezi experimentální a kontrolní skupinou po podání extraktu. Před podáním rozdíl existoval. Současně bylo testováno, že neexistuje sezónní vliv na plochu průřezu u kontrolní skupiny v rámci dvou časových bloků (září 2019, leden 2020).

Hypotéza 1

Extrakt z *Azadirachta indica* a *Tabebuia impetiginosa* přidaný do krmné dávky bude mít pozitivní vliv na mechanické vlastnosti koňských žíní. Hodnoty u plochy průřezu, protažitelnosti a celkové práce potřebné k přetržení žíně se zvýší.

Hypotézu 1 lze potvrdit pouze u mechanické vlastnosti plocha průřezu, která se u experimentální skupiny zvětšila.

Hypotéza 2

Extrakt z *Azadirachta indica* a *Tabebuia impetiginosa* přidaný do krmné dávky nebude mít negativní vliv na biochemické parametry krve.

Hypotézu 2 lze potvrdit. Biochemické parametry krve odpovídají normám (viz Tab. 7, Tab. 10).

Tab. 6 Výsledky Wilcoxonova párového testu pro hodnoty mediánu jednotlivých koní pro plochu průřezu

	Experimentální skupina před podáním extraktu	Experimentální skupina po podání extraktu	Kontrolní skupina 1. odběr	Kontrolní skupina 2. odběr
Experimentální skupina před podáním extraktu	1	0,69	0,02	0,03
Experimentální skupina po podání extraktu		1	0,03	0,03
Kontrolní skupina 1. odběr			1	1
Kontrolní skupina 2. odběr				1

Kontrolní skupina při 1. a 2. odběru se neliší. Rozdíl u experimentální skupiny před a po podání extraktu není průkazný. Rozdíl mezi experimentální skupinou před i po podání extraktu a kontrolní skupinou 1. i 2. odběr je průkazný.

Tab. 7 Výsledky Wilcoxonova párového testu pro všechny naměřené hodnoty pro plochu průřezu

	Experimentální skupina před podáním extraktu	Experimentální skupina po podání extraktu	Kontrolní skupina 1. odběr	Kontrolní skupina 2. odběr
Experimentální skupina před podáním extraktu	1	0	0,63	0,96
Experimentální skupina po podání extraktu		1	0,96	0,97
Kontrolní skupina 1. odběr			1	0,5
Kontrolní skupina 2. odběr				1

Plocha průřezu žíně u experimentální skupiny před a po podání extraktu je prokazatelná. Rozdíl mezi experimentální skupinou po podání extraktu a kontrolní skupinou při 1. i 2. odběru je téměř nulový.

Tab. 8 Výsledky Wilcoxonova párového testu pro hodnoty mediánu jednotlivých koní pro protažitelnost žíně

	Experimentální skupina před podáním extraktu	Experimentální skupina po podání extraktu	Kontrolní skupina 1. odběr	Kontrolní skupina 2. odběr
Experimentální skupina před podáním extraktu	1	0,42	0,55	0,42
Experimentální skupina po podání extraktu		1	1	0,84
Kontrolní skupina 1. odběr			1	1
Kontrolní skupina 2. odběr				1

Protažitelnost žíně u kontrolní skupiny zůstala shodná. Protažitelnost žíně experimentální skupiny po podání extraktu je téměř totožná s protažitelností kontrolní skupiny při 1. i 2. odběru.

Tab. 9 Výsledky Wilcoxonova párového testu pro hodnoty mediánu jednotlivých koní pro maximální sílu potřebnou k přetržení žíně

	Experimentální skupina před podáním extraktu	Experimentální skupina po podání extraktu	Kontrolní skupina 1. odběr	Kontrolní skupina 2. odběr
Experimentální skupina před podáním extraktu	1	1	0,10	0,03
Experimentální skupina po podání extraktu		1	0,15	0,06
Kontrolní skupina 1. odběr			1	0,84
Kontrolní skupina 2. odběr				1

Hodnoty kontrolní skupiny při 2. odběru se výrazně liší oproti experimentální skupině před podáním extraktu. Maximální síla před a po podání extraktu se u experimentální skupiny neliší.

5.1 1. Odběry – před podáním extraktu

Kůň Don George z experimentální skupiny byl z výzkumu vyřazen vzhledem k plísňovému onemocnění žíní (viz Obr. 12).

Obr. 12 Plísňové onemocnění žíně



5.1.1 Krve 1. odběr

Tab. 10 Výsledky biochemického vyšetření koní experimentální skupiny před podáním extraktu (25.9.2019)

	jednotky	Min.	Max.	Don George	Dundee	Nahir	Yara	Yahk	Pity	Lord Ofl
Celková bílkovina	g/l	58	77	52	58	57	59	56	58	55
Albumin	g/l	23	36	32	30	32	37	37	32	36
Glukóza	mmol/l	4,9	6,2	4,49	4,53	4,81	4,79	5,42	5,23	4,92
AST	ukat/l	2,3	6,81	3,66	4,68	7,36	6,03	5,56	4,92	4,56
ALP	ukat/l	1,43	4,75	2,0	2,72	4,38	2,35	2,28	3,34	2,15
GMT	ukat/l	0,13	0,37	0,29	0,27	0,48	0,36	0,57	0,33	0,44
LDH	ukat/l	3,75	11,66	3,40	6,64	5,48	4,09	5,28	5,16	2,99
Urea	mmol/l	2	4,5	3,5	4,1	3,8	3,3	3,5	4,4	3,8
Kreatinin	umol/l	80	177	116	138	118	122	101	131	127
CK	ukat/l	1,98	4,78	2,18	4,22	3,83	3,68	3,66	4,75	2,76
Cholesterol	mmol/l	1,94	3,99	1,72	2,74	3,31	2,40	1,66	2,12	2,49
Ca	mmol/l	2,8	3,4	2,65	2,90	2,77	2,90	2,78	2,88	2,86
P	mmol/l	1	1,18	1,0	1,20	2,35	1,15	0,96	1,15	1,03
Mg	mmol/l	0,98	1,39	0,71	0,77	0,70	0,88	0,81	0,75	0,74
Na	mmol/l	134,7	142	142	140	140	140	139	137	138
K	mmol/l	3,53	4,46	3,2	3,2	3,2	3,1	3,5	3,9	3,8
Cl	mmol/l	97,3	103,6	106	101	101	101	100	96	99
Bilirubin celkový	mmol/l	9	39	35	23	46	54	79	25	36
Triglyceridy	mmol/l	0,2	1,13	0,20	0,37	0,36	0,45	0,48	0,43	0,33
0,70Ca ionizovaný	mmol/l	1,45	1,73	1,42	1,47	1,42	1,46	1,43	1,46	1,49

Z biochemického vyšetření krví nebyly u koní zjištěny žádné abnormální parametry. To lze přisoudit správně vyvážené krmné dávce a dobrému fyzickému stavu koní.

5.1.2 Žíně 1. odběry

Tab. 11 Výsledky prvních 2 cm (před podáváním extraktu) - experimentální skupina koní
S – plocha průřezu, F – síla, P – práce potřebná k přetržení metrové žíně, W – rescilience

	S med [μm^2]	Protažitelnost žíně [%]	F max. [N]	P [J/m]	W [MJ]
Dundee	0,032	51,12	3,068	12,672	72,169
Lord Ofl	0,031	35,4	3,074	8,364	72,673
Nahir	0,022	44,46	2,695	10,794	99,484
Pity	0,022	24,6	1,813	3,738	67,983
Yahk	0,029	35,34	2,752	7,768	77,084
Yara	0,027	37,97	2,767	8,42	73,413

Tab. 12 Výsledky prvních 2 cm (před podáváním extraktu) – kontrolní skupina koní
S – plocha průřezu, F – síla, P – práce potřebná k přetržení metrové žíně, W – rescilience

	S med [μm^2]	Protažitelnost žíně [%]	F max. [N]	P [J/m]	W [MJ]
Odwar	0,042	47,65	3,079	13,47	64,849
Collin	0,031	31,83	2,623	6,808	68,993
Harry Olli	0,038	44,69	3,515	12,283	71,182
Sayury	0,033	39,67	3,161	9,491	71,633
Lovey	0,035	46,09	3,649	12,214	76,86

5.1.2.1 Plocha průřezu

Největší plocha průřezu žíně kontrolní skupiny je $0,042 \mu\text{m}^2$ oproti experimentální skupině, u které je největší plocha $0,032 \mu\text{m}^2$, což je téměř totožná hodnota jako je nejnižší hodnota u kontrolní skupiny. U kontrolní skupiny je plocha průřezu větší oproti experimentální skupině. Z těchto výsledků lze konstatovat, že žíně kontrolní skupiny jsou silnější a mají lepší mechanické vlastnosti.

5.1.2.2 Protažitelnost

Protažitelnost je u experimentální hodnoty variabilnější. Nejnižší hodnota je 24,6 %, nejvyšší 51,12 % a průměrná hodnota protažitelnosti je 38,15 % u experimentální skupiny. Hodnota nejnižší u kontrolní skupiny je 31,83 %, nejvyšší 47,65 % a průměrná hodnota protažitelnosti je 42 %. Z výsledků měření je patrné, že žíně kontrolní skupiny jsou více elastické. Průměrná hodnota protažitelnosti žíně je u kontrolní skupiny o 3,85 % vyšší oproti experimentální skupině. Tento fakt lze odůvodnit i větší plochou průřezu u experimentální skupiny.

5.1.2.3 Maximální síla potřebná k přetržení žíně

Průměrná hodnota maximální síly potřebné k přetržení žíně u kontrolní skupiny činí 3,205 N, u experimentální skupiny 2,695 N. Žíně kontrolní skupiny vyžadují více síly k přetržení, tudíž jsou silnější a odolnější oproti žíním experimentální skupiny.

5.1.2.4 Celková práce potřebná k přetržení metrové žíně

K přetržení žíně u kontrolní skupiny je potřeba více práce oproti experimentální skupině. Průměrná hodnota celkové práce potřebné k přetržení žíně u kontrolní skupiny činí 10,853 J/m, u experimentální skupiny 8,626 J/m. To znamená, že u kontrolní skupiny bylo průměrně potřeba o 2,227 J více na přetržení metrové žíně.

5.1.2.5 Resilience (měrná objemová energie)

Průměrná hodnota měrné energie u kontrolní skupiny je 70,703 MJ, u experimentální skupiny je tato hodnota vyšší 77,134 MJ.

5.2 2. Odběry – po podání extraktu

5.2.1 Krve 2. odběr

Tab. 13 Výsledky biochemického vyšetření koní experimentální skupiny po podání extraktu (22.1.2020)

	jednotky	Min.	Max.	Don George	Dundee	Nahir	Yara	Yahk	Pity	Lord OfI
Celková bílkovina	g/l	58	77	57,0	59,2	58,3	62,2	59,1	hemolýza	63,3
Albumin	g/l	23	36	38,9	38,3	37,7	41,6	36,8	40,2	39,2
Glukóza	mmol/l	4,9	6,2	6,03	4,99	5,37	5,27	6,71	5,53	5,84
AST	ukat/l	2,3	6,81	4,67	5,23	5,92	5,90	6,01	hemolýza	6,73
ALP	ukat/l	1,43	4,75	0,15	0,20	0,16	0,18	0,17	0,12	0,23
GMT	ukat/l	0,13	0,37	0,19	0,17	0,27	0,23	0,21	0,21	0,24
LDH	ukat/l	3,75	11,66	-	8,39	6,96	3,79	5,98	hemolýza	7,09
Urea	mmol/l	2	4,5	4,5	4,0	3,5	4,1	4,2	3,8	5,4
Kreatinin	umol/l	80	177	117	137	130	107	124	92	116
CK	ukat/l	1,98	4,78	3,17	3,54	3,40	3,49	4,26	hemolýza	3,73
Cholesterol	mmol/l	1,94	3,99	2,32	2,66	2,71	2,44	2,24	2,88	2,01
Ca	mmol/l	2,8	3,4	3,0	3,15	3,14	3,10	2,87	3,07	2,86
P	mmol/l	1	1,18	1,04	1,12	0,99	1,11	1,03	hemolýza	0,83
Mg	mmol/l	0,98	1,39	0,77	0,80	0,83	0,85	0,76	0,76	0,75
Na	mmol/l	134,7	142	138	140	138	138	139	140	139
K	mmol/l	3,53	4,46	4,0	4,4	4,3	4,1	4,1	hemolýza	3,6
Cl	mmol/l	97,3	103,6	102	103	100	102	101	102	102
Bilirubin celkový	mmol/l	9	39	40,4	30,2	69,6	57,7	34,7	36,9	32,8
Triglyceridy	mmol/l	0,2	1,13	0,26	0,27	0,39	0,39	0,30	1,94	0,36
Ca ionizovaný	mmol/l	1,45	1,73	1,53	1,58	1,59	1,52	1,44	-	1,39

Z biochemického vyšetření krví nebyly u koní zjištěny žádné abnormální parametry. To lze přisoudit správně vyvážené krmné dávce a dobrému fyzickému stavu koní.

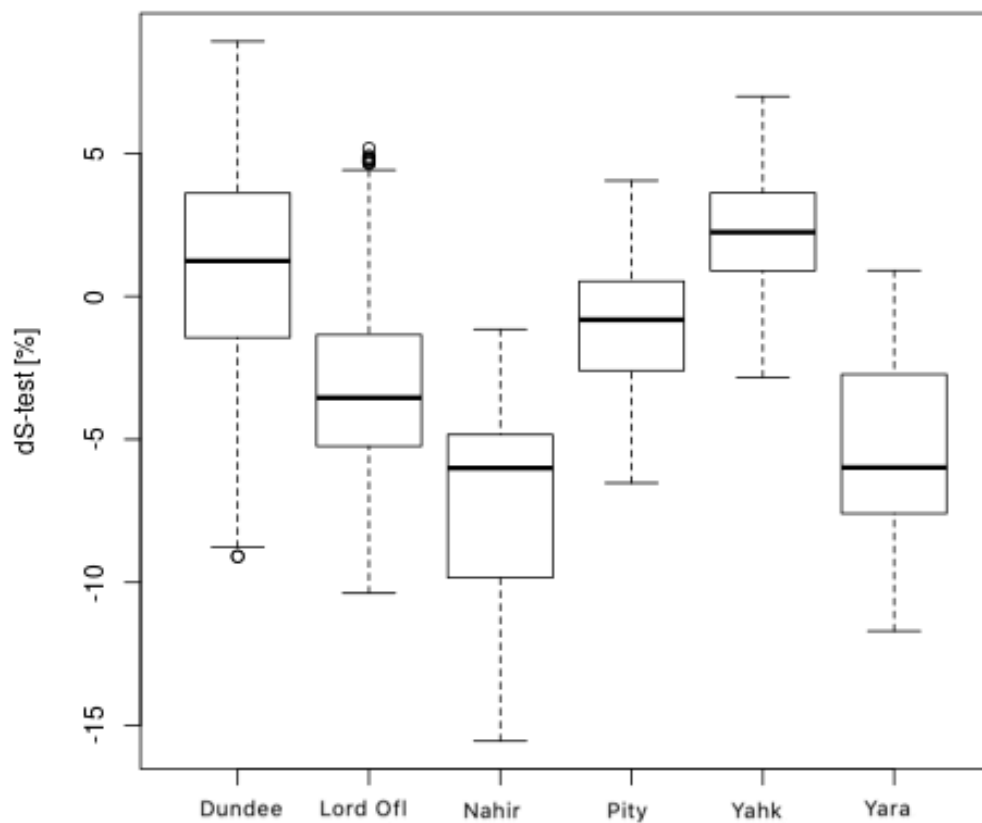
5.2.2 Žině 2. odběr

Tab. 14 Výsledky první 2 cm (po podávání extraktu) - experimentální skupina koní
S – plocha průřezu, F – síla, P – práce potřebná k přetržení metrové žině, W – resilience

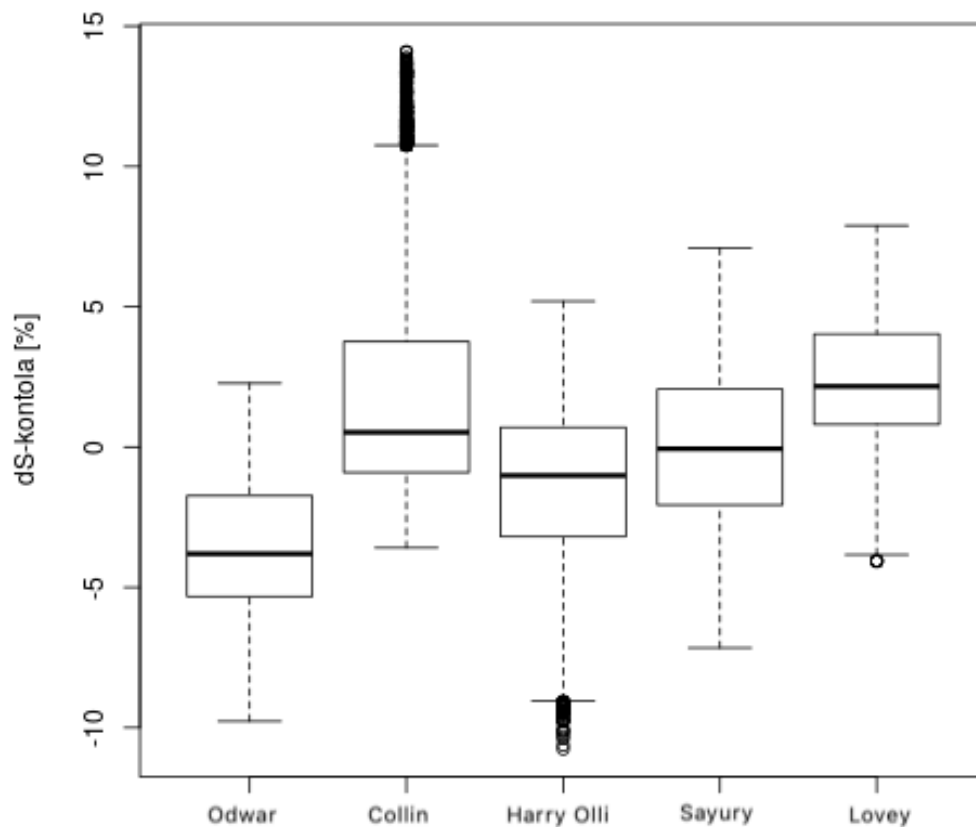
	S med [μm^2]	Protažitelnost žině [%]	F max. [N]	P [J/m]	W [MJ]
Dundee	0,032	40,88	3,023	9,948	76,184
Lord OfI	0,033	47,39	3,262	12,443	82,83
Nahir	0,023	45,42	2,573	9,204	85,492
Pity	0,021	43,75	2,37	7,944	84,846
Yahk	0,028	38,05	3,05	8,873	82,368
Yara	0,028	23,4	2,308	4,501	66,569

Tab. 15 Výsledky druhé 2 cm (po podávání extraktu) – kontrolní skupina koní
S – plocha průřezu, F – síla, P – práce potřebná k přetržení metrové žině, W – resilience

	S med [μm^2]	Protažitelnost žině [%]	F max. [N]	P [J/m]	W [MJ]
Odwar	0,043	45,64	4,077	13,809	70,444
Collin	0,031	46,09	3,023	10,378	71,664
Harry Olli	0,038	42,6	3,147	10,248	62,748
Sayury	0,034	42,1	3,436	10,7	74,676
Lovey	0,035	42,58	3,381	10,631	70,709



Graf 1 Krabicový diagram změn průřezů žíní před a po podání extraktu u experimentální skupiny



Graf 2 Krabicový diagram změn průřezů žíní před a po podání extraktu u kontrolní skupiny

5.2.2.1 Plocha průřezu

Plocha průřezu experimentální skupiny se zvětšila a téměř vyrovnala hodnotám kontrolní skupiny. Dle statistického výpočtu Wilcoxonovým párovým test na 5 % hladině významnosti existuje rozdíl mezi plochou průřezu před a po podání extraktu u experimentální skupiny.

5.2.2.2 Protažitelnost

Protažitelnost je u experimentální hodnoty variabilnější. Nejnižší hodnota je 23,4 %, nejvyšší 47,39 % a průměrná hodnota protažitelnosti je 39,32 % u experimentální skupiny. Hodnota nejnižší u kontrolní skupiny je 42,1 %, nejvyšší 46,09 % a průměrná hodnota protažitelnosti je 43,8 %. Z výsledků měření je patrné, že žíně kontrolní skupiny jsou více elastické. Průměrná hodnota protažitelnosti žíně je u kontrolní skupiny o 1,7 % větší oproti experimentální skupině. Ovšem rozdíl mezi průměrnými hodnotami 1. a 2. měření se snížil z 3,85 % na 1,7 %. Snížení procentuálního rozdílu v protažitelnosti lze odůvodnit zvětšením plochy průřezu žíní experimentální skupiny, která se téměř vyrovnala hodnotám kontrolní skupiny.

5.2.2.3 Maximální síla potřebná k přetržení žíně

K přetržení žíně u kontrolní skupiny byla větší oproti experimentální skupině. Průměrná hodnota maximální síly potřebné k přetržení žíně u kontrolní skupiny činí 4,413 N, u experimentální skupiny 2,764 N. Žíně kontrolní skupiny vyžadují téměř dvojnásobné množství síly k přetržení, tudíž jsou silnější a odolnější oproti žíním experimentální skupiny.

5.2.2.4 Celková práce potřebná k přetržení metrové žíně

K přetržení žíně u kontrolní skupiny bylo potřeba více práce oproti experimentální skupině. Průměrná hodnota celkové práce potřebné k přetržení žíně u kontrolní skupiny činí 11,153 J/m, u experimentální skupiny 8,819 J/m. To znamená, že u kontrolní skupiny bylo průměrně potřeba o 2,334 J více na přetržení metrové žíně.

5.2.2.5 Resilience (měrná objemová energie)

Průměrná hodnota měrné energie u kontrolní skupiny je 70,048 MJ, u experimentální skupiny je tato hodnota vyšší 79,715 MJ.

6 Diskuze

Některé studie se zabývají rozdílem podání minerálních látek v organické či anorganické podobě. V této práci byla testována organická forma rostlinného extraktu z *Azadirachta indica* a *Tabebuia impetiginosa* a byl zjištěn pozitivní vliv na mechanickou vlastnost a plochu průřezu – tloušťku žíně. Ke statistickým výpočtům byl použit Wilcoxonův párový test. Na 5 % hladině významnosti existuje statisticky významný rozdíl v parametru plochy průřezu před a po podání extraktu u experimentální skupiny.

Pozoruhodným jevem je rozdíl v ploše průřezu žíně mezi experimentální skupinou před podáním extraktu a kontrolní skupinou při 1. i 2. odběru, kdy byla shoda pouze 63 % kdežto po podání extraktu do krmné dávky experimentální skupině byla shoda ploch průřezů žíní 96 %. Toto může být zapříčiněno mnoha faktory, například odlišnou krmnou dávkou, jinou kvalitou lučního sena nebo také významným faktorem mohou být odlišné podmínky chovu, například jiná intenzita světla či teplota ve stájích. Lze i předpokládat, že vliv na kvalitu žíní může mít rozdílný management koní. Experimentální skupina je ustájená ve sportovní stáji a koně připravovaní na dostihový sport a mezi závody nemusí být péče o srst natolik intenzivní jako u koní soukromých, kteří byli zařazeni do skupiny kontrolní.

Nebyly provedené žádné studie s *Azadirachta indica* a *Tabebuia impetiginosa* kde by byl účinek zjišťován. Lze očekávat pozitivní vliv i na jiné kožní deriváty, než jsou žíně. Nyní jako krmný doplněk pro zvýšení kvality kopytní rohoviny je mnohdy využíván biotin, ale třeba by i ve výtažcích z těchto stromů mohl být objeven nový bylinný krmný doplněk pro zlepšení kvality srsti a kopyt koní.

Extrakt z *Azadirachta indica* a *Tabebuia impetiginosa* neovlivňuje vnitřní prostředí těla, to je potvrzeno z biochemických rozborů krví. V antidopingových předpisech pro koně se za zakázané látky považují přírodní nebo syntetická léčiva, která mají potenciál zvýšit výkonnost a neměla by být nalezena v tělesných tekutinách sportovních koní na jakékoliv úrovni. Toto lze také vyloučit, protože extrakty z *Azadirachta indica* a *Tabebuia impetiginosa* neměly vliv na výkonnost koní.

Schans (2004) ve studii zmiňuje i antiparazitické účinky *Azadirachta indica*. Výzkum v této práci se touto vlastností nezabýval a ani od chovatele nebyl tento účinek upozorován. Usuzuje se, že by výtažky z listů a plodů tohoto stromu mohly být určeny i k vnějšímu použití.

Piastri (2007) uvádí, že výtažky z rostlin rodu *Tabebuia* jsou využívány pro podporu růstu lidských vlasů. Tento experiment se rychlostí růstu žíní nezabýval. Je patrné, že účinky extraktů sledovaných rostlin mohou přinést ve výživě koní pozitivní účinky, které mohou být předmětem dalšího testování.

7 Závěr

Bylo zjištěno, že extrakt z *Azadirachta indica* a *Tabebuia impetiginosa* přidaný do krmné dávky má pozitivní vliv na kvalitu žíní, a to na jejich plochu průřezu, což znamená, že se zvětšila jejich tloušťka. Žíně s větší plochou průřezu jsou odolnější, lépe se s nimi manipuluje a nemají tendenci se zacuchávat oproti žíním s menší plochou průřezu.

Mechanické vlastnosti, mezi něž patří protažitelnost, maximální síla potřebná k přetržení žíně a celková práce potřebná k přetržení žíně zůstaly neměnné. Lze konstatovat, že extrakt přidaný do krmné dávky na tyto vlastnosti žíní neměl negativní ani pozitivní účinky.

Hypotéza 2 byla potvrzena, neboť přídavek extraktu z *Azadirachta indica* a *Tabebuia impetiginosa* neměl negativní vliv na biochemické parametry krve.

Z výsledků experimentu lze tvrdit, že *Azadirachta indica* a *Tabebuia impetiginosa* měla pozitivní vliv na kvalitu koňských žíní bez jakýchkoliv negativních účinků, a to ani na biochemické parametry krve. Proto se domnívám, že více podobně zaměřených studií vlivů extraktů z těchto stromů na zvířecí srst by bylo přínosem.

Dle zjištěných výsledků by bylo vhodné přidávat hodnocené extrakty dlouhodobě do krmné dávky koním s nekvalitními žíněmi.

8 Literatura

Alonso L, Fusch E. 2006. The hair cycle. *Journal of Cell Science*. **119**:391-393.

Alzohairy M, Mohhammad A. 2016. Therapeutics Role of *Azadirachta indica* (Neem) and Their Active Constituents in Diseases Prevention and Treatment. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*. **9**:1-11.

Armalin MJA, Ávila RL, Piasentin RM, Saiki M. 2001. Application of neutron activation analysis to evaluate the health status of equines by means of Cu, Fe, Mn and Zn determinations in their hair. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*. **249**:417-419.

Asano KK, Suzuki K, Chiba K, Sera K, Asano R, Sakai T. 2005. Twenty-eight element concentrations in mane hair samples of adult riding horses determined by particle-induced X-ray emission. *Biol Trace Elem Res*. **107**:135-140.

Asano R, Suzuki K, Otsuka T, Otsuka M, Sakurai H. 2002. Concentrations of toxic metals and essential minerals in the mane hair of healthy racing horses and their relation to age. *The Journal of veterinary medical science*. **64**:607-610.

Bass DA, Hickok D, Quig D, Urek K., 2001. Trace element analysis in hair: factors determining accuracy, precision, and rentability. *Alternative Medicine Review*. **6**:472-481.

Birick H, Ocal N, Gucus AI, Ediz B, Uzman M. 2005. Seasonal changes of some mineral status in mares. *Journal of Equine Veterinary Science*. **25**:346-348. ISSN 07370806.

Cebulj-Kadunc N, Bozic M, Kosec M, Cestniki V. 2002. The influence of age and gender on haematological parameters in Lipizzan horses. *Journal of veterinary medicine. A, Physiology, pathology, clinical medicine*. **49**:217-221.

Cebulj-Kadunc N, Bozic M, Kosec M, Cestniki V. 2003. The variations of white blood cell count in Lipizzan horses. *Journal of veterinary medicine. A, Physiology, pathology, clinical medicine*. **50**:251-253.

Combs DK, Goodrich RD, Meiske JC. 1987. Mineral Concentrations in Hair as Indicators of Mineral Status: a. *Journal of Animal Science*. **54**:391-398. ISSN 0021-8812.

Costa WF, Oliveira AB, Nepomuceno JC. 2011. Lapachol as an epithelial tumor inhibitor agent in *Drosophila melanogaster* heterozygote for tumor suppressor gene wts. *Genetics and Molecular Research*. **10**: 3236-3245.

Craig WJ. 1999. Health-promoting properties of common herbs. *American Journal of Clinical Nutrition*. **70**:491-499.

Deedrick DW, Koch SL. 2004. Microscopy of Hair Part 1: A Practical Guide and Manual for Human Hairs. Forensic science communications. **6**:1-44.

Delano K, McIntosh B, Kaufman K, Harris P. 2017. Evaluation of body condition index in comparison with body condition score in horses and ponies. Journal of Animal Science. **95**:33-34.

Doubek J. 2010. Interpretace základních biochemických a hematologických nálezů u zvířat. Noviko. Brno. ISBN 978-80-86542-22-5.

Doubek J. 2007. Interpretace základních biochemických a hematologických nálezů u zvířat. Noviko. Brno. ISBN 978-80-86542-16-4.

Doubek J. 2003. Veterinární hematologie. Noviko. Brno. ISBN 80-86542-02-5.

Dunnett M, Lees P. 2003. Trace element, toxin and drug elimination in hair with particular reference to the horse. Research in Veterinary Science. **12**:89-101.

Dunnett M, Lees P. 2004. Retrospective Detection and Deposition Profiles of Potentiated Sulphonamides in Equine Hair by Liquid Chromatography. Chromatographia. **59**:69-78.

Dunnett M, Richardson WD, Lees P. 2004. Detection of enrofloxacin and its metabolite ciprofloxacin in equine hair. Research in Veterinary Science. **77**:143-151. ISSN 00345288.

Dušek J. 2011. Chov koní. Brázda. Praha. ISBN 978-80-209-0388-4.

Elghandour M, Kanth Reddy PR, Salem AZM, Ranga Reddy PP, Hyder I, Barbarosa-Pliego A, Yasaswini D. 2018. Plant Bioactives and Extracts as Feed Additives in Horse Nutrition. Journal of Equine Veterinary Science. **69**:66-77. ISSN 07370806.

Geor RJ. 2009. Pasture-Associated Laminitis. Veterinary Clinics of North America: Equine. **25**:39-50. ISSN 07490739.

Ghorbani A, Mohit A, Darmani Kuhl H. 2015. Effects of Dietary Mineral Intake on Hair and Serum Mineral Contents of Horses. Journal of Equine Veterinary Science. **35**:295-300. ISBN 0737-0806.

Głazewski T. 2004. Pedigree analysis of Polish Arabian horses based on founder contributions. Livestock Production Science. **90**:293-298.

Gómez Castellanos JR, Prieto JM, Heinrich M. 2009. Red Lapacho (*Tabebuia impetiginosa*) A global ethnopharmacological commodity? Journal of Ethnopharmacology. **121**:1-13. ISSN 03788741.

Gratacós-Cubarsí L, Castellari M, Valero A, García-Regueiro JA. 2006. Hair analysis for veterinary drug monitoring in livestock production. *Journal of Chromatography B*. **834**:14-25. ISSN 15700232.

Gupta SCH, Prasad S, Tyagi AK, Kunnumakkara AB, Aggarwal BB. 2017. Neem (*Azadirachta indica*): An indian traditional panacea with modern molecular basis. *Phytomedicine*. **34**:14-20. ISSN 09447113.

Hanák J. 1996. *Základy diagnostiky u koní z aspektu sportovní veterinární medicíny*. Medicus veterinarius. Plzeň.

Hawkins DP, Ragnarsdóttir KV. 2009. The Cu, Mn and Zn concentration of sheep wool: influence of washing procedures, age and colour of matrix. *The Science of the total environment*. **407**:4140-4148.

Henneke DR, Potter GD, Kreider JL, Yeates BF. 1983. Relationship between condition score, physical measurements and body fat percentage in mares. *EQUINE VETERINARY JOURNAL*. **15**:371-372.

Higgins G, Martin S, 2013. *Pohyb a výkon koně: anatomie. Metafora*. Praha. ISBN 978-80-7359-360-5.

Hoffman RM, Boston RC, Stefanoski D, Harris PA. 2003. Obesity and diet affect glucose dynamics and insulin sensitivity in Thoroughbred geldings. *Journal of Animal Science*. **81**:2333-2342.

Hoopes K, Thacker E, Greenhalgh L. 2019. *Body Condition Scoring for Horses*. Utah State University Extension. **13**:1-4.

Howells LM, Godfrey M, Sauer MJ. 1994. Melanin as an adsorbent for drug residues. *Analyst*. **12**:23-28.

Humann-Zehank E, Henning-Pauka I, Binder A. 2008. Trace mineral status and liver and blood parameters in sheep without mineral supply compared to local roe deer (*Capreolus capreolus*) populations. *Small Rumin. Res.* **75**:185-191.

Chernova OF. 2011. *Atlas mikrostruktury volos loshadeř*. Scientific press. Moskva. ISBN 978-5-87317-751-6.

Chmelíková E, Němeček D, Dvořáková M, Heroutová I, Sedmíková M. 2018. Organosulphur Garlic Compounds Influence Viability of Mammalian Cells: A Review. *Scientia Agriculturae Bohemica*. **49**:9-16. ISSN 1805-9430.

- Imam H, Hussain A, Makbul A. 2012. Neem (*Azadirachta indica* A. Juss) - A Nature 's Drugstore: An overview. *International Research Journal of Biological Sciences*. **1**:76-79.
- Jančíková P, Horký P, Zeman L. 2012. The effect of feed additive containing vitamins and trace elements on the elements profile and growth of skin derivatives in horses. *Annals of Animal Science*. **12**:381-391.
- Jaworski Z, Stanek M, Sobotka W. 2017. Mineral composition of the hair coat of Polish Konik horses raised in nature reserves and barns. *Journal of Elementology*. **22**:857-867.
- Jelínek F, Jelínek K. 2002. *Morfologie hospodářských zvířat: učební text pro studijní zemědělských fakult. Jihočeská univerzita. České Budějovice. ISBN 80-704-0550-3.*
- Jelínek P, Koudela K. 2003. *Fyziologie hospodářských zvířat. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita. Brno. ISBN 80-7157-644-1.*
- Jensen RB, Danielsen SH, Tauson AH. 2016. Body condition score, morphometric measurements and estimation of body weight in mature Icelandic horses in Denmark. *Acta Veterinaria Scandinavia*. **58**:58-61.
- Kaneko JJ, Harvey JW, Bruss M. 2008. *Clinical biochemistry of domestic animals. Academic Press/Elsevier. Boston. ISBN 9780123704917.*
- Kania M, Mikolajewska D, Marycz K, Kobielarz M. 2009. Effect of diet on mechanical properties of horse's hair. *Acta of Bioengineering and Biomechanics*. **11**:53-57.
- Kaushik P, Pahwa P, Kaushik D. 2014. A Comprehensive Review on Medicinal Plants with Anticancer Activity. *Global Journal of Pharmaceutical Education and Research*. **3**:1-13.
- Kovarova S. 2015. Urinary biomarkers of renal function in dogs and cats: A review. *Veterinarni medicina*. **60**:589-602.
- Kraft W, Dürr MU. 2001. *Klinická laboratórna diagnostika vo veterinárnej medicíne. Hajko & Hajková. Bratislava. ISBN 80-88700-51-5.*
- Kumar VS, Navaratna V. 2013. Neem (*Azadirachta indica*): Prehistory to contemporary medicinal uses to humankind. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*. **3**:505-514. ISSN 22211691.
- Kunnumakkara B, Aggarwal B. 2017. Neem (*Azadirachta indica*): An indian traditional panacea with modern molecular basis. *Phytomedicine*. **34**:14-20. ISSN 09447113.
- Lai-Cheong JE, McGrath JA. 2009. Structure and function of skin, hair and nails. *Medicine*. **37**:223-226. ISSN 13573039.

Marvan F, Hampl A. 2011. Morfologie hospodářských zvířat. Česká zemědělská univerzita v nakl. Brázda. Praha. ISBN 978-80-213-2188-5.

Navrátilová Z. 2018. Lapacho – obsahové látky a léčivé účinky. *Fytoterapie*. **14**:19-20.

Norris DA. 2012. Structure and Function of the Skin. Goldman's Cecil Medicine. Elsevier, 2012, **10**:2498-2503. ISBN 9781437716047.

Pavlík A. 2014. Hematologické parametry a ukazatele acidobazické rovnováhy krve u skotu. Mendelova univerzita v Brně, Ústav výživy zvířat a pícninářství. Brno. ISBN 978-80-7509.

Pearson W, Boermans HJ, Betteger WJ, McBride BW, Lindinger MI. 2005. Association of maximum voluntary dietary intake of freeze-dried garlic with Heinz body anemia in horses. *American Journal of Veterinary Research*. **66**:457-465. ISSN 0002-9645.

Petersen HH, Nielsen JP, Heegaard PM. 2004. Application of acute phase protein measurements in veterinary clinical chemistry. *Veterinary Research*. **35**:163-187.

Samata T, Matsuda M. 1988. Studies on the amino acid compositions of the equine body hair and the hoof. *The Japanese Journal of Veterinary Science*. **50**:333-340. ISSN 0021-5295.

Shanley P, Luz L. 2003. The Impacts of Forest Degradation on Medicinal Plant Use and Implications for Health Care in Eastern Amazonia. *BioScience*. **53**:68-73. ISSN 0006-3568.

Schans A. 2004. Tropical & subtropical trees. United Kingdom: Thames & Hudson. **48**: 124-127. ISBN 0-88192-661-2.

Sloet Van Oldruitenborgh-Oosterbaan MM, Grinwis GCM. 2016. Basics of equine dermatology. *Equine Veterinary Education*. **28**:520-529. ISSN 09577734.

Thrall MA. 2012. Veterinary hematology and clinical chemistry. Wiley-Blackwell. Chichester. ISBN 978-0-813-81027-0.

Tichý F. 2004. Histologie: mikroskopická anatomie. Veterinární a farmaceutická univerzita. Brno. ISBN 80-730-5495-7.

Ulusik D, Keskin E, Ozaydin T. 2013. Age and gender related changes in hematological parameters of thoroughbred foals. *Biotechnic & Histochemistry*. **88**:345-349. ISSN 1052-0295.

Valle E. 2006. A critical analysis on the use of herbs and herbal extracts in feeding sport horses. *Pferdeheilkunde*. **22**:550-557.

Voigt GL, Swist SL. 2011. Hematology techniques and concepts for veterinary technicians. Second Edition. Wiley-Blackwell. Chichester. ISBN 9780813814568.

Weiss DJ, Wardrop KJ. 2011. Schalm's veterinary hematology. Wiley-Blackwell. Ames. ISBN 0813817986.

Wenning R. 2000. Potential problems with the interpretation of hair analysis results. *Forensic Sci Int.* **107**:5-12.

Wong JKY, Choi TLS, Kwok KY, Lei ENY, Wan TSM. 2018. Doping control analysis of 121 prohibited substances in equine hair by liquid chromatography–tandem mass spectrometry. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis.* **158**:189-203.

YASSER AA, SAFWAT A, AHMED G. 2018. Hair histology as a tool for forensic identification of some domestic animal species. *EXCLI Journal.* **17**:663-670.

Yochem PK, Stewart BS. 2018. Hair and Fur. *Encyclopedia of Marine Mammals.* Elsevier, 2018, **12**:447-448. ISBN 9780128043271.

Zeman L. 2005. Potřeba živin a tabulky výživné hodnoty krmiv pro koně. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita. Brno. ISBN 80-7157-855-X.

Zeman L, Hodbod' P, Mendlík J. 1997. Výživa a technika krmení koní. Ústav zemědělských a potravinářských informací. Praha. ISBN 80-861-5326-6.