

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů**

**Katedra mikrobiologie, výživy a dietetiky**



**Fakulta agrobiologie,  
potravinových a přírodních zdrojů**

**Využití rostlinných olejů ve výživě koní**

**Bakalářská práce**

**Autor: Nikola Boháčová**

**Zootechnika, Chov koní**

**Vedoucí práce: Ing. Miroslav Joch, Ph.D.**

**© 2022 ČZU v Praze**

## **Čestné prohlášení**

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

V Praze dne 22. dubna 2022

---

## **Poděkování**

Ráda bych touto cestou poděkovala panu doktorovi Ing. Miroslavu Jochovi za odborné vedení, cenné rady a připomínky, ochotu a trpělivost při zpracování této bakalářské práce.

# Využití rostlinných olejů ve výživě koní

## Souhrn

V této práci jsem se věnovala využití rostlinných olejů ve výživě koní. Dostatečný přísun energie je jedním ze základních požadavků výživy koní. Přidávání olejů do potravy koní je populární metoda zvýšení energetické hustoty krmné dávky. Toto navýšení je výhodné zejména u skupin koní, které mají omezenou schopnost přijímat dostatek sušiny na pokrytí svých energetických potřeb, nebo je velká část jejich energetických potřeb hrazena vysokým příjmem škrobových krmiv. Mezi tyto skupiny koní patří koně nemocní, či koně s vysokou potřebou energie (závodní koně, laktující klisny). Zkrmování rostlinných olejů má mnoho dalších výhod. Například napomáhá k docílení lesklé a kvalitní srsti, může pomoci při udržování vhodného prostředí trávicího traktu, při prevenci kolik. Koně krmení potravou s vyšším obsahem tuku jsou klidnější a nemají „horkou hlavu“, oproti koním krmeným potravou s vyšším obsahem škrobu.

Stravitelnost rostlinných tuků v potravě je oproti živočišným poměrně vysoká a pohybuje se až kolem 90 %. K trávení tuků dochází v tenkém střevě. Zkrmují se buď olejnata semena nebo rostlinné oleje. Nejvhodnějším zpracováním těchto olejů je lisování za studena, kdy dochází k šetrnému zpracování bez použití vysokých teplot a olej si tak zachová obsah vitamínů rozpustných v tucích (většinou vitamín E), esenciální mastné kyseliny, které musí být koni dodávány v potravě, jelikož si je tělo neumí samo syntetizovat, a obsah dalších živin. Oleje lisované za studena mají vyšší cenu na trhu, protože výtěžek je mnohem nižší než u běžného zpracování olejnatých rostlin.

Mezi jednotlivými druhy olejů jsou rozdíly v obsahu omega 3 a omega 6 mastných kyselin. Dávky rostlinných olejů do krmení je potřeba zvyšovat postupně, aby si na ně tělo koně zvyklo a nedocházelo k průjmům. Doba pro adaptaci na rostlinný olej se uvádí okolo 21 dnů. V praxi se často koním zkrmuje olej z lněného semene nebo extrudované lněné semeno, které je potřeba před krměním povařit. Dále se využívá olej sójový, řepkový, ostropestřecový, konopný, kukuřičný, olej z černého kmínu, olej z rýžových otrub, kukuřičných či pšeničných klíčků a silice (aromatické látky olejovitého charakteru). Výjimečně se může použít i olej lososový, díky svému vysokému obsahu mastných kyselin. Koňmi je však špatně přijímaný kvůli zápachu a jeho vysoká cena je rovněž nevýhodou.

**Klíčová slova:** kůň, rostlinný olej, stravitelnost, fermentace

# Use of vegetable oils in horse nutrition

## Summary

In this work, I focused on the use of vegetable oils in the nutrition of horses. Adequate energy supply is one of the basic requirements for horse nutrition. Adding oils to horse food is a popular method of increasing the energy density of feed rations. This increase is particularly advantageous for groups of horses that have a limited ability to intake enough dry matter to meet their energy needs, or a large portion of their energy needs are covered by a high starch diet. These groups of horses include sick horses or horses with a high need for energy (sport horses, lactating mares). Using vegetable oils has many other benefits. For example, it helps to achieve a shiny and quality fur, it can help maintain a suitable digestive tract environment, in preventing the colic. Horses fed a higher fat diet are calmer and are not „hot headed“, compared to horses fed with a higher starch diet.

The digestibility of vegetable fats in food is relatively high compared to animal fats and it reaches around 90%. Fat digestion occurs in the small intestine. Either oilseeds or vegetable oils are used in the nutrition. The most suitable processing of these oils is cold pressing, which is gently processed without the use of high temperatures and the oil retains the content of fat-soluble vitamins (mostly vitamin E), essential fatty acids that must be supplied to the horse in food, because the body can not synthesize them itself and the content of other nutrients. Cold-pressed oils have a higher market price, because the yield is much lower than with processing the conventional oilseeds.

Different types of oils differ in the content of omega 3 and omega 6 fatty acids. The doses of vegetable oils to be fed need to be increased gradually, so that the horse's body gets used to them and diarrhea does not occur. The adaptation time to vegetable oil is about 21 days. Flaxseed oil or extruded flaxseed, which needs to be cooked before feeding, is most often used in practice. Soybean oil, rapeseed oil, milk thistle oil, hemp oil, corn oil, black cumin oil, rice bran oil, corn or wheat germ oil and essential oils (aromatic substances of oily character) are also used. Salmon oil can also be used exceptionally, due to its high content of

fatty acids. However, it is poorly accepted by horses due to its odor and the high price is also considered disadvantageous.

**Keywords:** horse, vegetable oil, digestibility, fermentation

# 1 Obsah

2 Úvod.....	7
3 Cíl práce.....	8
4 Literární rešerše .....	9
<b>4.1 Nutriční management koní.....</b>	<b>9</b>
<b>4.2 Tuky.....</b>	<b>11</b>
4.2.1 Vitamíny rozpustné v tucích .....	12
4.2.2 Stravitelnost tuků ve stravě .....	14
4.2.3 Přijatelnost tuků v krmivu .....	16
<b>4.3 Rostlinné oleje.....</b>	<b>16</b>
<b>4.4 Druhy rostlinných olejů, tuků.....</b>	<b>19</b>
4.4.1 Lněné semeno ( <i>Linum usitatissimum</i> ) .....	19
4.4.2 Olej z rýžových otrub ( <i>Oryza sativa</i> ) .....	20
4.4.3 Konopný olej ( <i>Cannabis sativa</i> ) .....	20
4.4.4 Olej z řepky olejné ( <i>Brassica napus</i> ) .....	21
4.4.5 Sójový olej ( <i>Glycine max</i> ) .....	22
4.4.6 Ostropestřec mariánský ( <i>Silybum marianum</i> ) .....	22
4.4.7 Olej z černého kmínu neboli černuchy seté ( <i>Nigella sativa</i> ) .....	23
4.4.8 Silice .....	23
4.4.9 Kukuřičný olej ( <i>Zea mays</i> ) .....	24
<b>4.5 Účinek krmných aditiv rostlinných olejů na endoparazity .....</b>	<b>25</b>
5 Závěr .....	27
6 Literatura.....	28





## 2 Úvod

Nutriční management koní závisí na mnoha faktorech. Řadíme sem hmotnost, temperament, typ ustájení a prostředí, fyzická zátěž, zaměření, věk, preference majitele či jezdce a dostupné krmivo (Harris PA 1997). Běžně podávaná krmiva dělíme na píce, obiloviny a jejich vedlejší produkty, rostlinné oleje, vitamínové a minerální krmné doplňky a dále komerčně vyráběné směsi jaderných krmiv (Ellis AD et. al. 2013).

Přidání rostlinného oleje do krmení prospívá koni v mnoha ohledech. Oleje zvyšují energetickou hustotu, zlepšují výkonnost a snižují nežádoucí účinky nadměrného množství škrobu a cukrů běžně obsažených v komerčních krmivech. Rostlinný olej může poskytnout až třikrát více energie než oves. Přidání rostlinného oleje do krmné dávky poskytuje výhody, jako klidnější chování nebo zlepšení sportovního výkonu (Harris PA, 1997, Geor & Harris, 2013). Stravitelnost tuků se pohybuje okolo 90 %. Navíc testy chutnosti prokázaly, že jsou koňmi velice dobře přijímány. Rostlinné tuky jsou mnohem lépe stravitelné, než tuky živočišných zdrojů (Kane et al., 1979; Snyder et al., 1981; Holland et al., 1998). Maximální obsah tuků v krmné dávce by měl být na úrovni 12 až 19 % (120 až 190 g/kg) (Kronfeld et al., 1998).

Rostlinné oleje obsahují esenciální mastné kyseliny, např. kyselinu linolovou, kterou si tělo neumí samo syntetizovat. Příirozeně se vyskytující tuky existují jako směs jednoduchých lipidů a komplexní lipidy (Hargin & Morrison 1980). Mezi nasycené mastné kyseliny patří máselná, kapronová, kaprylová, kaprinová, laurová, myristová, palmitová, stearová, arachová, behenová, lignocerová, cerotová kyselina. Do nenasycených mastných kyselin se řadí palmitolejová, olejová, elaidová, nervonová, linolová,  $\alpha$ -linolenová,  $\gamma$ -linolenová, arachidonová kyselina (Matouš et. al. 2010). Rostlinné oleje v potravě koní složí i jako zdroje a nosiče vitamínů rozpustných v tucích, kam řadíme vitamíny A, D, E, K (NRC, 2007).

### **3 Cíl práce**

Cílem práce je podat souhrnný přehled o možnostech využití rostlinných olejů ve výživě koní. Dílčím cílem je popsat výhody a rizika využití jednotlivých rostlinných olejů v krmné dávce koní.

## 4 Literární řešerše

### 4.1 Nutriční management koní

Vhodné složení krmné dávky umožňuje koni využít svůj sportovní potenciál, podávat co nejlepší výkon, udržovat koně v kondici a vyhnout se riziku onemocnění. Krmná dávka musí splňovat základní požadavky na příjem živin a energie (např. pro udržování tělesné hmotnosti). Je nutné zvážít jaký typ a vhodné množství dodávaných živin zvolit.

Primární cíle nutričního managementu by měly být:

- zajištění živin pro udržení tělesné hmotnosti a doplnění energetických zásob pro výkon
- podpora regenerace po výkonu
- podpora celkového zdraví a pohody
- použití vhodných strategií krmení pro danou specializaci koně (např. parkurový kůň bude mít jinou krmnou dávku než dostihový nebo hobby kůň).

Krmný program pro jednotlivá zvířata závisí na mnoha faktorech včetně temperamentu.

Pokud je kůň v tréninku, tak záleží na stupni zátěže a druhu sportovního zaměření, na věku, preferencích majitele či jezdce, typu ustájení a dostupném krmivu (Harris PA 1997).

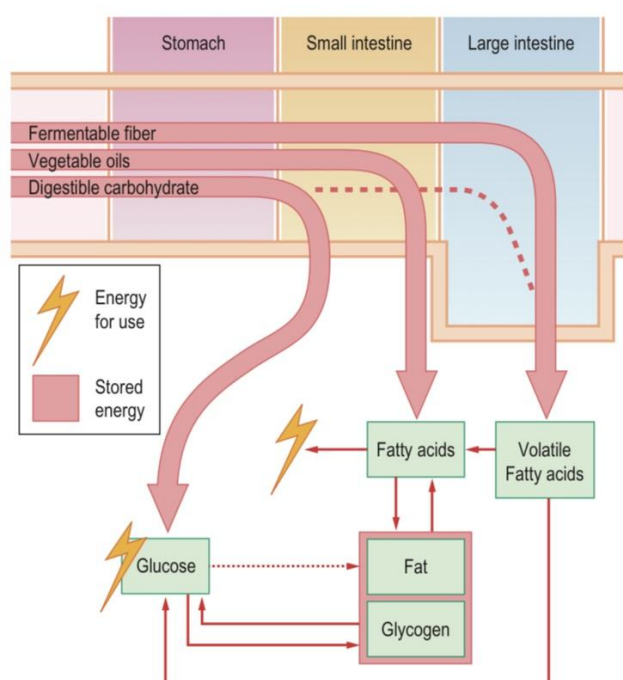
Energie je koni dodávána prostřednictvím krmiva, kterou si tělo zpracuje do vhodné formy, aby ji mohly tělní buňky využívat k práci. Běžně podávaná krmiva dělíme na píci, obiloviny a jejich vedlejší produkty, rostlinné oleje, vitamínové a minerální krmné doplňky a dále komerčně vyráběné směsi jadrných krmiv. Energie je v krmivech uložena v různých formách a v závislosti na formě je tato energie využívána s rozdílnou efektivitou. Patří sem hydrolyzovatelné sacharidy (např. jednoduché cukry a škrob), fermentovaná vláknina (např. celulóza, pektiny, hemicelulóza), oleje/tuky, bílkoviny. Obrázek 1 znázorňuje, jak je energie dodávána ze tří zdrojů krmiva. Obiloviny poskytují více energie než seno a seno poskytuje více než dvojnásobek energie oproti slámě. Rostlinné oleje obsahují více energie než obiloviny (až 2,5krát více než kukuřice a 3krát více než oves) (Ellis AD et al. 2013).

Suplementace olejem může zvýšit oxidační kapacitu svalů. Koně krmení potravou obsahující 20 % stravitelné energie ze sójového oleje po dobu 10 týdnů vykazovali nárůst svalové citrát syntázy a  $\beta$ -hydroxyl CoA dehydrogenázy (Orme et al. 1997). Tento zlepšený aerobní metabolismus může mít za následek nižší srdeční frekvenci a nižší koncentrace laktátu pozorované některými výzkumníky (Meyers et al. 1987).

Přidaný tuk do koňské potravy prospívá koni v mnoha ohledech. Tuky zvyšují energetickou hustotu, zlepšují výkonnost a snižují nežádoucí účinky nadměrného množství cukrů a škrobu

běžně obsažených v komerčních krmivech. Koně dokáží velmi dobře trávit a využívat tuk. Stravitelnost tuků a olejů je obvykle přes 85 %. Testy chutnosti prokázaly, že rostlinné tuky jsou koňmi velice dobře přijímány a mají vyšší stravitelnost než tuky živočišných zdrojů (Kane et al. 1979; Snyder et al. 1981; Holland et al. 1998).

U pracovních koní je nejmarkantnějším vlivem fyzické aktivity na omezení výživy zvýšení energetické potřeby v potravě. Běžná praxe pak spočívá ve zvýšení množství obilných zrn nabízených zvířatům, což jim umožní konzumovat vyšší množství snadno dostupných sacharidů. Krmení s vysokým obsahem škrobu je však dobře známým rizikovým faktorem pro rozvoj gastrointestinálních poruch a souvisejících extra-intestinálních poranění, jako je laminitida (Frape 1994). Navíc atypické chování, např. koprofágie a žvýkání dřeva obvykle souvisí s plně koncentrovanou stravou na rozdíl od senné diety (Willard et al. 1977). Několik studií také naznačuje, že hyperglykémie nebo hyperinzulinémie spojená s příjmem obilovin ovlivňuje výskyt osteochondrózy (Glade et al. 1984; Ralston 1996). Nahrazení obilovin tukem je alternativou ke zvýšení energetické hustoty ve stravě spolu se snížením množství škrobu.



Obrázek 1 Schéma absorpce a využití tří hlavních zdrojů energie pro koně (Mars HorseCare (UK)).

## 4.2 Tuky

Ze všech chemických forem dietní energie jsou tuky nejkonzentrovanejší a sestávají převážně z prázdných kalorií. Přidávání tuků do již vyvážených krmiv může mít za následek mnohočetný nedostatek základních živin. Krmiva by měla být obohacena tukem na maximální úrovni 12 až 19 % (120 až 190 g/kg) (Kronfeld et al. 1998). Problém s krmivou obohacenými tukem je, že se mohou po měsíci nebo dvou zkazit. Snahy zabránit oxidaci a žluknutí jsou předmětem zkoumání výrobců krmiv (Kronfeld et al. 2001).

Nutriční význam olejů a tuků ve výživě koní spočívá především ve zvyšování koncentrace energie. Tyto krmné tuky slouží také jako nosiče vitamínů rozpustných v tucích. Patří sem esenciální mastné kyseliny (MK) jako kyselina linolová, kterou si organismus neumí sám syntetizovat. Podobně jako jiné třídy živin jsou tuky chemicky a strukturálně různorodé. Přirozeně se vyskytující tuky v píci a zrnech existují jako směs jednoduchých lipidů (di- a triacylglycerol, neesterifikované mastné kyseliny (NMK), vosky a steroly) a komplexní lipidy (glykolipidy a fosfolipidy) (Hargin & Morrison 1980). Ve srovnání, tuky a oleje přidávané do krmiva pro koně obsahují většinou triacylglyceroly, které jsou také běžně označovány jako triglyceridy. Triacylglyceroly se skládají z molekuly glycerolu v kombinaci s molekulami MK na všech třech OH skupinách. Každá MK je uhlovodíkový řetězec, který může mít různou délku od 2 do 28 uhlíků. Nicméně esterifikované MK přítomné ve většině krmiv mají obvykle 12 až 22 uhlíků. MK s dlouhým řetězcem obsahují většinou 12 až 18 atomů uhlíku, středně dlouhé řetězce 8 až 10 a MK s krátkým řetězcem (produkované v trávicí soustavě bakteriální fermentací) většinou 4 až 6 atomů uhlíku. NMK typicky tvoří velmi malou část tuku. Přítomnost takových „volných“ MK se v krmivu nebo oleji používá jako indikátor žluknutí tuku (oxidace) (Zhou et al. 1999).

Kromě délky se MK mohou lišit také nasyceností. MK, které neobsahují žádné dvojně vazby mezi atomy uhlíku, se označují jako nasycené MK. MK s jednou nebo více dvojnými vazbami se označují jako mono- nebo polynenasycené MK. Mezi nasycené MK patří máselná, kapronová, kaprylová, kaprinová, laurová, myristová, palmitová, stearová, arachová, behenová, lignocerová, cerotová kyselina. Do nenasycených MK se řadí palmitolejová, olejová, elaidová, nervonová, linolová,  $\alpha$ -linolenová,  $\gamma$ -linolenová, arachidonová kyselina (Matouš et al. 2010).

Nasycené MK mají vysoký bod tání a jsou méně stravitelné než nenasycené MK. Zdroje tuků bohaté na nasycené MK, např. živočišné sádlo nebo lůj, jsou při pokojové teplotě tuhé.

Naopak nenasycené MK mají nižší bod tání, při pokojové teplotě jsou tekuté. Většina rostlinných tuků má relativně vysoký obsah nenasycených MK. Výjimkou je kokosový olej a palmový olej. V praxi se běžně používá termín „tuk“, pokud jde o pevné tuky nebo tekuté oleje. (Harwood 1996; Zhou et al. 1999).

Frape (1994) uvádí, že diety obsahující tuky snižují u koní problémy s kolikou a laminitidou a podporují metabolismus lipidů v játrech a svalech. Navíc neprocházejí mikrobiální fermentací a podporují nižší produkci oxidu uhličitého na mol vytvořeného adenosintrifosfátu (ATP) (Frape 1994). Zahrnutí tuku do potravy může podpořit výkonnost koní trénovaných v horkém podnebí tím, že sníží přírůstek kalorií, protože během tvorby ATP se oxidací glukózy produkuje přibližně o 3 % více tepla ve srovnání s oxidací MK (Konh et al. 1996).

Suplementace tukem je obecně charakterizována zvýšením hladiny plazmatického cholesterolu a fosfolipidů a snížením hladiny plazmatického triacylglycerolu. Aktivita lipoproteinové lipázy se zvyšuje s adaptací na tuk, což ukazuje, že kosterní sval může mít zvýšenou kapacitu pro příjem NMK z cirkulujícího triacylglycerolu (Orme et al. 1997; Geelen et al. 1999; 2000). Rovněž byl pozorován nižší poměr výměny dýchacích plynů během tréninku s nízkou až střední intenzitou u koní adaptovaných na dietu s vysokým obsahem tuku, což naznačuje, že kapacita pro oxidaci NMK se zvyšuje s doplňováním tuku (Dunnett et al. 2002; Pagan et al. 2002).

Metabolická odpověď na suplementaci tukem je zřejmá již po 3 týdnech (Hughes et al. 1995; Orme et al. 1997). Tyto účinky jsou však přechodné a závislé na pokračujícím zařazování tuků do stravy, protože reakce vymizí do 5 týdnů po vysazení tuku z krmné dávky (Orme et al. 1997). Metabolická odpověď na suplementaci tukem se také u koní liší v závislosti na jejich schopnosti využívat tuk jako zdroj energie během cvičení (Dunnett et al. 2002). Krmná dávka s 9,5 % a 11,8 % tuku potvrdila tukem indukované zvýšení aktivity lipoproteinové lipázy, oproti kontrolní dietě obsahující 2,8 % a 1,5 % tuku (Orme et al. 1997).

U starších koní postižených artritidou bylo pozorováno snížení zánětu v kloubech po suplementaci omega 3 MK. Známkou mírnějšího zánětu bylo menší množství leukocytů v kloubech než u kontrolní skupiny koní (Manhart et al. 2007).

#### **4.2.1 Vitamíny rozpustné v tucích**

Rostlinné oleje v potravě koní složí i jako zdroje a transportéry vitamínů rozpustných v tucích, kam řadíme vitamíny A, D, E, K (NRC 2007).

Vitamín A, neboli retinol, souvisí s udržováním přirozené a adaptivní imunitní odpovědi na různé infekce. Často je spojován s nočním viděním živočichů, kdy z důvodu deficitu vzniká noční slepota koní. Má důležitou funkci při růstu a regeneraci kostí, kopyt, kůže a tkání. Zdrojem vitamínu A pro koně bývá zelená píce (čerstvá, při sušení pak obsah klesá) a mrkev, která obsahuje karoteny. V játrech a střevních stěnách pak probíhá přeměna karotenů na retinol. Deficit vitamínu A se může projevit na poruchách reprodukce, pomalejším růstu, šerosleposti či úbytku váhy (Davies 2009).

Vitamin D existuje ve dvou důležitých formách: vitamin D2 (ergokalciferol, D2), který je produkován houbami rostoucími na rostlinném materiálu používaném jako objemové krmivo pro koně (Richardson & Logendra 1997), a vitamin D3 (cholecalciferol, D3), který je podáván buď perorálně jako syntetická aditiva, nebo je syntetizován endogenně v kůži během slunečního záření (MacLaughlin et al. 1998; Norman 1998). Vitamín D má hlavní funkci ve výstavbě kostní tkáně a resorpci vápníku, kdy podporuje ukládání vápníku do kostních tkání a reguluje hladinu vápníku a fosforu v krvi. Ovlivňuje i růst buněk a jejich diferenciaci. Deficit vitamínu D se projevuje deformacemi kostí, křivicí, rachitidou (Davies 2009).

Vitamin E je již dlouho uznáván jako základní složka stravy koní a je jedním z mála vitamínů, které jsou součástí komerčních krmiv pro koně. Vitamin E je důležitou součástí antioxidantního systému těla a působí jako neenzymatický antioxidant, který působí ve spojení s vitamínem C, glutathionem a selenem v boji proti oxidativnímu stresu (Burton et al. 1983). Vitamin E je v čerstvém krmivu bohatý, ale není stabilní, a proto jeho koncentrace v seně prudce klesá, a to jak v důsledku lisování, tak skladování (Schingoethe et al. 1978), a proto je zvláště důležité, aby byl zahrnut do krmení koním s omezeným přístupem na pastviny.

Protože závodní koně jsou často ustájeni ve stájích s omezeným přístupem na pastvu a kvůli zvýšenému oxidačnímu stresu způsobenému namáhavými tréninky, mohou mít výkonnostní koně zvýšenou potřebu suplementace vitamínem E (National Research Council 1989). Při jeho nedostatku dochází k poruchám reprodukce, snížené produkci hormonů a špatné funkci pohlavních žláz a horšímu zvládnutí stresových situací. Deficit také způsobuje degenerativní svalové onemocnění postihující srdeční a kosterní svalstvo hříbat do 11 měsíců věku. Vitamín E je obsažený v rostlinných olejích (Davies 2009).

Vitamín K působí v organismu jako kofaktor a má význam také v metabolismu sfingolipidů a při srážení krve (Halo et al. 2019). Je syntetizovaný střevní mikrobiotou a jeho nedostatek se projevuje při poruchách trávicího traktu (Davies 2009).

#### 4.2.2 Stravitelnost tuků ve stravě

Stravitelnost energie v tucích a olejích je téměř vždy vysoká. Tedy přidání tuku do krmné dávky koně obvykle zvyšuje stravitelnost. Vysoká stravitelnost je dána poměrně účinným trávením tuku v tenkém střevě. Stravitelnost energie v rostlinném oleji může být 90 % nebo více, zatímco u živočišného tuku se obvykle blíží 75 %. Nicméně, více než 95 % stravitelných tuků se tráví v tenkém střevě. Krmné dávky pro koně tedy mohou obsahovat větší množství tuku bez negativních účinků na trávení ostatních složek stravy. Proto je krmení tukem velmi efektivní a bezpečný způsob, jak zvýšit energetický příjem u koní s vysokými energetickými požadavky (Potter 1992).

Stravitelnost tuku v potravě je ovlivněna především hladinou příjmu a typem lipidů. Nízké úrovně přirozeně se vyskytujících tuků v píce a obilných zrnech jsou pro koně nejobtížněji extrahovatelné, se zjevnou stravitelností tuku v rozmezí 5–57 % v píce (Fonnesbeck et al. 1967; Sturgeon et al. 2000) a 55–76 % v zrnech (Hintz et al. 1971). Naproti tomu krmné dávky doplněné o různé zdroje živočišného tuku nebo rostlinného oleje mají bilanční stravitelnost mezi 64 % a 96 % (Kane et al. 1979; Swinney et al. 1995). Po porovnání dat z pěti studií byla uvedena průměrná zjevná stravitelnost 55 % pro píce, 81 % pro smíšenou stravu včetně přidaného tuku a 95 % pro přidané tuky. Další modelování těchto dat ukázalo, že skutečná stravitelnost přidaných tuků byla téměř 100% (Kronfeld et al. 2004).

Důvod rozdílů ve stravitelnosti přirozeně se vyskytujících a doplňkových zdrojů tuku je pravděpodobně multifaktoriální. Živočišné tuky a rostlinné oleje doplňované do krmiva koní jsou většinou ve formě volně prodejných triacylglycerolů. Pro srovnání, tuky v píce a obilí jsou obklopeny složkami rostlinné buněčné stěny, která může zpomalit nebo zabránit přístupu lipázy v tenkém střevě (Kronfeld et al. 2004). Dále dle Kronfelda et al. (2004) může být enzymatická hydrolýza tuku pomalejší v důsledku nízkého příjmu tuků spojeného s píce a obilovinami. Dvě třetiny obsahu lipidů v píce (Harwood 1996) a až jedna třetina v obilných zrnech (Hargin & Morrison 1980; Zhou et al. 1999) jsou ve formě glykolipidů a fosfolipidů, které jsou neúplně extrahovány etherem. Podobně píce obsahují vosky a další pigmenty, které jsou extrahovatelné v etheru, ale špatně stravitelné. Pokud je tedy stravitelnost tuku v píce a obilných zrnech založena na extrakci etherem, může být dostupnost přirozeně se vyskytujícího tuku v píce a obilných zrnech podceněna, protože významná část lipidu není v extraktu zastoupena. Relativně malé množství tuku spolu s neúplnou charakterizací štěpených lipidových frakcí by také mohlo vysvětlit široké rozdíly ve stravitelnosti tuků běžně pozorované u píce (Fonnesbeck et al. 1967).



Tuky v krmné dávce mají vliv na stravitelnost jiných živin. V metaanalýze Kronfelda et al. (2004) nemělo krmení dietami do 230 g tuku/kg sušiny žádné negativní účinky na trávení sušiny, hrubých bílkovin nebo vlákniny. Mezi doplňkové zdroje tuku do celkové stravy v Kronfeldově studii patří kukuřičný olej (5–20 %), arašídový olej (7,5–15 %), lůj (7,5–15 %) a směs živočišných a rostlinných tuků (7,5–15 %), směs stejných dílů sójového lecitinu a kukuřičného oleje (10 %) a směs stejných dílů sójového lecitinu a sójového oleje (10 %). Podobný nedostatek negativních účinků na stravitelnost živin zaznamenali jiní s přidáním 5–15 % kukuřičného oleje (Kane et al. 1979; Lindberg 2013) a 8 % lněného oleje (Delobel et al. 2008) do koncentrované části stravy. Naproti tomu Jansen et al. (2000) uvedli negativní účinek sojového oleje na trávení hrubé vlákniny, neutrální detergentní vlákniny (NDF) a acidodetergentní vlákniny (ADF). V těchto studiích byl sójový olej přidán do koncentrátu v množství 15–37 %, což vedlo k příjmu 50–148 g tuku/kg sušiny krmné dávky. Další autoři také uvádí negativní vliv na trávení vlákniny s poměrně vysokým obsahem sójového oleje v koncentrované části stravy (19–21 %), ale ne nižším množstvím, než 5–13 % (Godoi et al. 2009; Morgado et al. 2009). Snížený příjem vlákniny spojený s podáváním vysokého množství sójového oleje může možná vysvětlit snížení trávení vlákniny pozorované některými (Godoi et al. 2009; Morgado et al. 2009), nevysvětluje to zjištění Jansen et al. (2000), kteří porovnávali diety s podobnou energií a vlákninou nahrazením kukuřičného škrobu a/nebo glukózy za sójový olej. Mechanismus, kterým by sójový olej, ale ne jiné oleje, mohl potlačit trávení vlákniny, není znám. Nedávná analýza 22 studií zjistila, že diety s přidáním tukem (15,5 až 217,5 g/kg sušiny) neměly žádný vliv na trávení hrubého proteinu nebo NDF, ale měly za následek významný pokles stravitelnosti ADF (Sales & Homolka 2011). Aby se předešlo potenciálním negativním účinkům na trávení vlákniny, NRC (2007) doporučila horní hranici 0,7 g tuku/kg tělesné hmotnosti (přibližně 35 g/kg sušiny), pokud je tuk doplněn ve formě sojového oleje.

Vstřebávání vitamínů rozpustných v tucích vyžaduje přítomnost triacylglycerolu a dalších tuků v tenkém střevě. Vliv tuku v potravě na vstřebávání vitamínů nebyl u koně přímo hodnocen. Kronfeld et al. (2004) spekulovali, že snížená stravitelnost tuků u tradičních senozrnných diet může zvýšit riziko suboptimálního stavu vitamínů A a E. Důkazem toho bylo, že u poníků krmených stravou obsahující velmi nízké množství tuku (0,05 %) po dobu 3 měsíců byly hlášeny nízké koncentrace vitamínu E v plazmě a tkáních, což naznačuje, že mohlo dojít k nedostatečné absorpci vitamínu E (Sallmann et al. 1991).

Zvýšení počtu uhlíků v řetězci mastných kyselin snižuje absorpci. Velkou roli v trávení tuků hraje věk zvířat, mladší zvířata mají nižší schopnost trávit tuky než dospělá. Důležitý je také

poměr nenasycených/nasycených MK ve stravě - experimenty ukazují, že přítomnost nenasycených podporuje vstřebávání nasycených MK. Tuky s nízkým bodem tání mají vyšší stravitelnost, jako jsou rostlinné oleje, než v nasycených živočišných tucích (Meyer 1995). Při větší konzumaci tuku se dostane do slepého střeva více nestráveného tuku (Meyer et al. 1997). Nestrávený tuk obsahuje MK, které mohou inhibovat aktivitu mikrobioty, což by vedlo ke snížení stravitelnosti vlákniny (Palmquist 1984).

#### **4.2.3 Přijatelnost tuků v krmivu**

Většina koní ochotně přijímá tukem doplněné obilné směsi obsahující až 10 % přidaného tuku. Někteří koně potřebují více času na adaptaci na příjem potravy doplněné o tuky. Za předpokladu, že je tuk vysoce kvalitní a není žluklý, bude většina koní krmivo doplněné o tuk přijímat stejným způsobem, jak jsou normálně zvyklí. Pokud krmivo obsahuje příliš velké množství tuku (více než 10 % hmotnosti), trvá déle, než si koně na stravu zvyknou. Pro nejlepší přijatelnost by měl být tuk přidáván do krmných dávek v malých množstvích (přibližně 55–85 gramů), pak postupně zvyšovat alespoň týden, dokud nebude dosaženo žádoucí koncentrace tuku. Obecně jsou přijímány vysoce kvalitní rostlinné oleje koňmi rychleji, než méně kvalitní oleje nebo živočišné tuky. Pro dosažení nejlepších výsledků by měl tuk být začleněn přímo do krmiva pro koně, ale tukové doplňky lze přimíchat i do krmiva v krmném žlabu (Harris 2009).

### **4.3 Rostlinné oleje**

Rostlinný olej je bohatým zdrojem energie. Může poskytovat až třikrát více energie než oves. Přidání rostlinného oleje do krmné dávky poskytuje výhody, jako klidnější chování nebo zlepšení sportovního výkonu (Harris 1997; Geor & Harris 2013). Většina komerčních krmiv doplněných o rostlinné oleje obsahují například sójový, kukuřičný, řepkový. Dalšími používanými oleji v krmení koní jsou kokosový, ostropestřecový nebo lněný (Holland et al. 1998).

Obsah tuku na pastvě a v potravě založené pouze na objemném krmivu nebo objemném krmivu s přidavkem koncentrovaného krmiva (na základě běžných krmiv) je nízký (3–4 % hrubého tuku v sušině) a celkové množství stravitelné energie, pocházející z tuku, je nižší než 10 %. Zkrmováním doplňkového tuku je možné zvýšit energetickou hustotu stravy, snížit množství koncentráту potřebného k uspokojení energetických potřeb a snížit tepelnou zátěž

pocházející z potravy, protože více stravitelné energie pochází z tuku. Obsah tuku v potravě lze zvýšit výběrem koncentrovaných krmiv s vysokým obsahem tuku nebo přidáním tuků či olejů. Příklady běžných krmiv bohatých na tuk jsou kukuřice a oves (4–7 %), vysokotučný oves (10–14 %), rýžové otruby (15–18 %), plnotučná olejná semena (20–50 %), výlisky z olejných semen, lihovarnické obilí (4–7 %) a pivovarské obilí (7 %) (Lindberg 2013). Zdroje tuku používané pro doplnění krmení se mezi studii lišily, ale byly převážně ve formě oleje získaného z různých rostlinných zdrojů (většinou kukuřičný olej a sójový olej). Kvalita tuku (tj. složení MK) se liší mezi zdroji tuků a olejů, se širokým rozmezím podílů nasycených, mono nenasycených a poly-nenasycených MK (Lindberg 2013).

Ideální množství a typ tuku v krmné dávce koně nebyl určený, ačkoli Kronfeld et al. (2004) odhadovali denní endogenní ztrátu 0,22 gramů tuku na jeden kilogram tělesné hmotnosti. Jakýkoliv doplňkový olej by měl být do krmné dávky přidáván postupně a pomalu (14 až 21 dní), aby se zabránilo střevním poruchám. Koňský pankreas má vysokou lipázovou aktivitu, což vysvětluje, proč jsou koně schopni strávit a využít asi 20 % a více olejnatého krmení (Lorenzo-Figueras et al. 2007).

Potenciální příznivé účinky omega 3 mastných kyselin vznikají díky jejich schopnosti měnit poměr omega 3:omega 6 v krvi a tělesných tkáních, zejména v buněčných membránách. To následně modifikuje reakci mnoha různých buněk na různé zánětlivé podněty, jako je poranění, alergeny a infekční agens (bakterie, viry a houby). Omega 3 mastné kyseliny nabízejí terapeutický potenciál u určitých chronických zánětlivých kožních onemocnění, protože mohou snížit produkci určitých prostaglandinů, což jsou látky, které podporují zánět. Z běžných zdrojů olejů, které se v současné době zkrmuji koním, má lněné semínko nejvyšší obsah omega 3 a nejnižší obsah omega 6, a má tak největší protizánětlivý potenciál (Delobel et al. 2008).

Poměry těchto dvou mastných kyselin se mezi různými zdroji tuku liší. Kukuřičný olej a některé další rostlinné oleje obsahují vyšší podíl omega 6, které nejsou zcela vhodné, protože tyto MK mohou přispívat ke vzniku zánětů a snížení imunity zprostředkované buňkami. Je také známo, že ryby obsahují vyšší hladiny omega 3, které mají mnoho zdravotních benefitů. Lněné oleje jsou také bohaté na omega 3. Ale protože omega 6 a omega 3 fungují v těle koně ruku v ruce, odborníci na výživu koní kladou větší důraz na udržení správné rovnováhy nebo poměru mezi těmito dvěma MK, než aby se zaměřovali na celkové množství obou (Delobel et al. 2008).

Někteří majitelé koní si neuvědomují, že pastviny, zejména trávy v chladném období, jako je například bojínek, mají poměry omega 6 a omega 3, které jsou podobné jako u lněného oleje.

Studie z University of Florida zjistily, že přibližně 600 ml lněného oleje obsahuje stejné množství omega 3, jako 10 kg travního sena. To znamená, že koně na pastvě nebo senné výživě by měli poměr omega 6:omega 3 přibližně 0,3:1 až 0,6:1. Přidání tukového koncentrátu bohatého na omega 6, jako je kukuřičný olej, k tomuto typu stravy by proto zvýšilo poměr na přibližně 8:1. Toto číslo je stále hluboko pod doporučeným poměrem omega 6:omega 3 menším než 10:1 pro lidi. Doporučený poměr pro koně však ještě nebyl potvrzen (Carey Williams 2021).

Nahrazení obilovin tukem je alternativou ke zvýšení energetické hustoty v potravě spolu se snížením množství škrobu. Účinky doplňkového tuku v potravě na výkonnost pracovních koní byly rozsáhle studovány (Hambleton et al. 1980; Oldham et al. 1990; Duren et al. 1999; Pagan et al. 2002), ale bylo provedeno jen málo výzkumů u koní ohledně účinků tuku na stravitelnost živin. Tyto studie přinesly protichůdné výsledky, zejména o účincích suplementace tuků na stravitelnost vlákniny. Kromě toho byla většina experimentů prováděna ve spojení s tréninkem. Tréninková zátěž ovlivňuje stravitelnost sušiny (Pagan et al. 1998), hrubé vlákniny a extraktů bez dusíku (Zeyner et al. 2003), dobu průchodu střevem (Pagan et al. 1998) a degradační kapacitu mikrobiálních populací (Dougal et al. 2005).

Kromě toho několik studií hodnotilo přijatelnost stravy obohacené olejem (Harris et al. 1999; Zeyner et al. 2004) a porovnávalo chutnost různých tuků a olejů (Holland et al. 1998). Tyto studie uvádějí lepší chutnost kukuřičného oleje, ale také znatelné přijetí jiných olejů, jako je sójový nebo kokosový olej. Doplnění potravy omega 3 MK bylo u několika druhů spojeno se systémovými protizánětlivými účinky odvozenými ze změn metabolismu kyseliny arachidonové a snížením produkce několika dalších zánětlivých látek.

Oleje lisované za studena obsahují širokou škálu bioaktivních sloučenin, jako jsou esenciální MK, vitamíny, glykolipidy, karotenoidy, fosfolipidy a steroly. U olejů lisovaných za studena se proces rafinace neprovádí, to znamená, že obsahují i prooxidační látky, jako jsou těžké kovy a chlorofyly. (Skwarek & Dolatowski 2012).

Lisování za studena je snadný, rychlý, šetrný k životnímu prostředí a levný proces, který poskytuje kvalitní olej, ale celkový výtěžek oleje je nízký. Proto je výhodnější pouze tehdy, když jsou požadovány speciální oleje. Kromě toho existují přísné požadavky na výrobu za studena lisovaného oleje přijatelné kvality. Za prvé, semeno nebo jádro musí být velmi čisté, homogenní a zbavené všech nepříjemných nečistot. Poté musí proces extrakce probíhat za mírných podmínek (žádné zahřívání, rozpouštědla nebo jiné chemikálie). Oleje lisované za studena neobsahují stopy hexanu ani jiných rozpouštědel a zachovávají si většinu svých

bioaktivních složek (tokoferoly, steroly, fenoly atd.), díky čemuž jsou vysoce ceněnými produkty (Khoddami et al. 2014; Yılmaz et al. 2015).

## 4.4 Druhy rostlinných olejů, tuků

### 4.4.1 Lněné semeno (*Linum usitatissimum*)

Semena jsou bohatá na omega 3 MK a lignany, jsou zdrojem vysoce kvalitních bílkovin a rozpustné vlákniny a mají také značný potenciál jako zdroj fenolických sloučenin (Bernacchia et al. 2014). Obsah oleje v lněných semenech se pohybuje mezi 35 % a 45 %, i když byly hlášeny ještě vyšší hodnoty (Zajac et al. 2014). Lněný olej obsahuje přibližně 9–11 % nasyčených (5–6 % kyseliny palmitové a 4–5 % kyseliny stearové) a 75–90 % nenasycených MK (50–55 % kyseliny  $\alpha$ -linolenové, 15–20 % kyseliny olejové) (Alonso 2000). Ve srovnání s jinými olejnatými plodinami je lněný olej nejbohatším zdrojem omega 3 a kyseliny  $\alpha$ -linolenové (ALA) (Oomah 2001). Lněný olej má také prospěšný poměr MK přibližně 0,3:1 (Simopoulos 2010).

Lněné semínko obsahuje kyanogenní glykosidy, které mohou interagovat s enzymy obsaženými v semenech a uvolňovat škodlivý kyanid (Oomah et al. 1997). Z tohoto důvodu jsou někteří jezdci nuceni uvařit lněné semínko před krmením, aby se odpařil a odstranil kyanid. Je však nepravděpodobné, že by se při požití lněného semínka uvolnily škodlivé hladiny kyanidu kvůli schopnosti žaludeční kyseliny inaktivovat enzymy obsažené v semenech (O'Neill et al. 2002). Často se používá mikronizované lněné semínko jako základní krmivo pro koně. Je vhodné pro koně náchylné ke kolikám. Tito koně vykazují dramatické zlepšení a snížený výskyt recidiv. Mikronizované lněné semínko je také mimořádně chutné a snadno stravitelné, protože je již jemně mleté a je ideální například pro starší koně (Munsterman et al. 2005). Lněný olej se doporučuje zejména pro koně se žaludečními problémy a žaludečními vředy. Má ochranný účinek na sliznici trávicího systému, zabraňuje podráždění potravou a podporuje peristaltické pohyby (Okai et al. 2015).

Lněné slupky jsou obtížně stravitelné, a proto brání přístupu k lipidům (Barceló-Coblijn 2007). Obsah oleje ve slupkách lněných semen se pohybuje od 26 % do 30 % v závislosti na podmínkách zpracování (Oomah 2003), což představuje přibližně 18 % z celkového množství oleje ze semen. Tento olej ze slupek získaných suchým abrazivním loupáním obsahoval výrazně vyšší obsah kyseliny palmitové a nejnižší obsah kyseliny stearové a olejové ve srovnání s těmi z celého semene (Oomah & Mazza 1997).

V poměrně nedávné studii byly hlášeny zvýšené koncentrace červených krvinek, hemoglobinu a hematokritu, stejně jako zlepšený profil omega 3 MK, jako výsledek suplementace lněným olejem (Patoux & Istasse 2006).

#### 4.4.2 Olej z rýžových otrub (*Oryza sativa*)

Olej z rýžových otrub obsahuje 22 % kyseliny palmitové, 2 % kyseliny stearové, téměř 40 % kyseliny olejové, asi 35 % kyseliny linolové a téměř žádnou kyselinu linolenovou. V důsledku toho a také kvůli přítomnosti esterů kyseliny ferulové a fytosterolů, tzv. oryzanolů, které jsou silnými antioxidanty, je olej velmi stabilní (Godber et al. 2009).

Kentucky Equine Research Staff uvádí několik výhod spojených s krmením oleje z rýžových otrub. Primárním zdrojem energie v rýžových otrubách je tuk, který je považován za „chladnou energii“ ve srovnání se škrobem, o kterém je známo, že způsobuje koním „horkou hlavu“. Další uvedenou výhodou tohoto oleje je, že díky vysokému obsahu tuku poskytuje kyseliny  $\alpha$ -linolenovou a linolovou, které musí být dodávány potravou.

#### 4.4.3 Konopný olej (*Cannabis sativa*)

Konopný olej se získává ze semen extrakcí lisovanou za studena. Olej obsahuje kyselinu linolovou (55,41–59,64 %), kyselinu  $\alpha$ -linolovou (16,5–20,40 %), kyselinu olejovou (11,40–15,88 %), kyselinu palmitovou (6,08–6,82 %) a stearovou (2,34–2,67 %) (Kiralan et al. 2010). Dále 25–35 % hmotnosti oleje tvoří bílkoviny, 10–15 % vláknina a 20–30 % sacharidy (Dabrowski et al. 2016). Špatná stabilita konopného oleje je připisována vysokému obsahu polynenasycených mastných kyselin. V EU je pěstování regulováno od roku 1970 směrnicemi uvádějícími kultivary s obsahem THC nižším než 0,3 % ve Společném katalogu odrůd druhů zemědělských rostlin (88/380/EHS) (Hahessy et al. 1999). Konopný olej obsahuje karotenoidy, zejména  $\beta$ -karoten, lutein a zeaxantin (Irakli et al. 2019; Liang et al. 2015). Tyto karotenoidy vykazují antioxidační a UV filtrační vlastnosti kvůli jejich vysoké rozpustnosti v lipidové dvouvrstvé membráně (Wisniewska et al. 2006). Proto  $\beta$ -karoten inhibuje UVB indukovanou upregulaci prozánětlivých cytokinů, což vede k protizánětlivému účinku (Hajizadeh-Sharafabad et al. 2021; Baswan et al. 2021). Karotenoidy zlepšují hydrataci kůže, podporují regeneraci kůže a stimulují fibroblasty k produkci kolagenu a elastinu (Kurek-górecka et al. 2018). Obsah chlorofylu je v konopném oleji překvapivě vysoký, což je 11krát více než u lněného oleje a 88krát více než u řepkového oleje (Liang et al. 2015). Tato složka

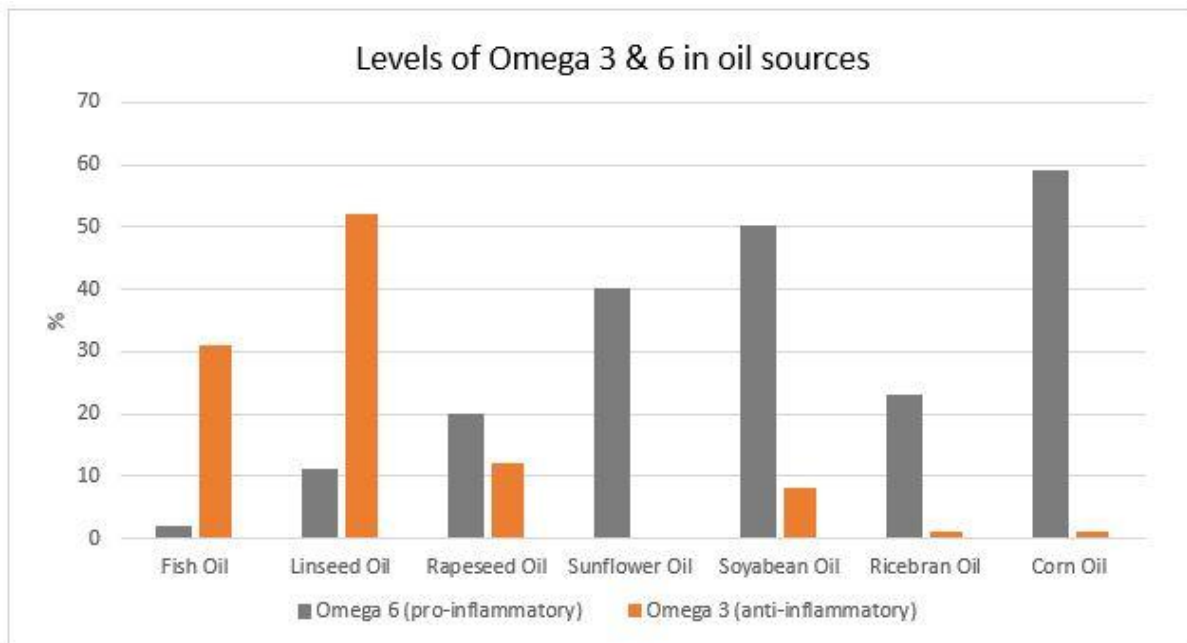
je zodpovědná za zelenou barvu konopného oleje. Chlorofyl má příznivý účinek na hojení ran tím, že podporuje růst tkání a je antibakteriální (Atalay et al. 2019). Proto je zajímavou složkou při aplikaci proti ekzémům a vředům (Ferreira et al. 2017). V konopí je 26 flavonoidů. Orientin, vitexin, luteolin-7-O-glukosid a apigenin-7-O-glukosid jsou hlavními flavonoidy v konopí (O'sullivan 2007). Obsahuje také kvercetin, který má silný antioxidační účinek (McPartland et al. 2012). Existují 3 nové flavonoidy exkluzivně pro konopí zvané Cannflavins (Cannflavin A, Cannflavin B a Cannflavin C). Cannflaviny jsou přítomny v listech a květu konopí (Werz et al. 2014). Protizánětlivá aktivita cannflavinu A je 30krát silnější než aspirin (Barrett et al. 1985).

Konopný olej obsahuje omega 3 MK, které pomáhají vyvážit poměr omega 3 a omega 6 v koňské KD a usnadňuje vstřebávání vitamínů rozpustných v tucích (Crandell 2013).

#### **4.4.4 Olej z řepky olejné (*Brassica napus*)**

Řepkový olej napomáhá k udržování požadované hmotnosti koně. Dále neobsahuje žádný cukr. Mnoho koní trpí nemocemi souvisejícími s cukrem, včetně inzulínové rezistence, Cushingovy choroby, tying-up a laminitidy, které se zhoršují dietami s vysokým obsahem cukru. Díky tomu je přidání řepkového oleje mnohem lepší volbou ve srovnání s melasou, která má 55,2 % ve vodě rozpustného sacharidu a 35,5 % ethanolu, jak uvádí Dairy One Forage Laboratory Feed Analytical Library.

Obsah nasycených MK v řepkovém oleji je 1,5-6 % kyseliny palmitové, 0,8-2,5 % kyseliny stearové. Obsah nenasycených MK je větší. U kyseliny olejové je to 50-66 %, linolové 18-24 % a  $\alpha$ -linolenové 6-14 %. Řepka je bohatá na vitamín E, fytosteroly, polyfenoly, flavonoidy, polypeptidy, polysacharidy a další účinné látky (Hangzhong 2018).



Obrázek 2 Obsah omega 3 a omega 6 v určitých rostlinných olejích. (foranequine.com)

#### 4.4.5 Sójový olej (*Glycine max*)

Sójový olej se vyznačuje vysokým obsahem omega 6 mastných kyselin, včetně kyseliny linolové. Má protizánětlivé a antialergické vlastnosti a podporuje vývoj svalů, aniž by způsoboval průjem nebo změny vlastností stolice (Almeida et al. 2011). Je produktem lisování sójových bobů a součástí potravy pro lidi a zvířata. Sojový olej má vysoký obsah polynenasycených MK, přičemž kyselina linolová je hlavní (53 %), dále kyselina olejová 22 %,  $\alpha$ -linolenová (0,05 %) a kyselina palmitová (16,6 %) (Li et al. 2014). Sojový olej navíc obsahuje isoflavony, které jsou spojovány se sníženou inzulinovou rezistencí a oxidačním poškozením (Vinayagamoorthi et al. 2008).

Mikroorganismy ve slepém a tlustém střevě koní fermentují celulózu a hemicelulózu za vzniku těkavých MK, které jsou absorbovány zadním střevem a poskytují tak zvířeti energii (Hintz et al. 1971). Vysoký příjem tuků ve formě sójového oleje koňmi snižuje bilanční stravitelnost NDF a ADF (Jansen et al. 2000).

#### 4.4.6 Ostropestřec mariánský (*Silybum marianum*)

Tato léčivá bylina se používá již od starověku především proto, že má jaterní ochranné účinky, podporuje jaterní funkce a usnadňuje regeneraci hepatocytů. Pomáhá chránit buňky a tkáně před oxidativním stresem (Polyak et al. 2010). Nejdůležitější aktivní složkou je silymarin, který se koncentruje hlavně ve skořápce semene. Skládá se z flavonolignanů



(silymarin, silybin, silychristin a silidianin) a flavonoidů (70–80 %) a směsi molekul podobných polyfenolům (20–30 %), které nejsou přesně chemicky definovány (Graf et al. 2016). Obsahuje kolem 60 % kyseliny linolové a je bohatý na množství vitamínu E, který má vliv na elasticitu cév (Malekzadeh et al. 2011). Úspěch aplikací na buněčné úrovni je způsoben vazbou toxinů, antioxidantem, zlepšuje syntézu proteinů, antifibrotickým, antikarcinogenním, antivirovým a protizánětlivým účinkem účinných látek rostliny. Navíc se dá dobře začlenit do léčby inzulínové rezistence a cukrovky, může pomoci při produkci mléka a má kardio- a neuroprotektivní vlastnosti. Jeho příznivé antimikrobiální účinky ve střevech mohou přispět ke zdravé střevní mikrobiotě. Většina biologických účinků byla prokázána *in vitro*. Absorpce účinných látek je poměrně nízká (20–50 %). Kromě toho je po absorpci intenzivní enzymatická biotransformace silymarinu v játrech. Studium účinků *in vivo* je tedy obtížnější a ve srovnání s výzkumy *in vitro* lze detekovat mnohem menší biologickou účinnost. Diety obsahující účinné látky z ostrpestřece lze dobře použít při léčbě domácích zvířat. U dostihových, či jiných sportovních koní, se bylinná kúra často používá k prevenci stresem vyvolaných negativních zdravotních účinků (Nagy et al. 2020). Celkově však působí příznivě na kvalitu srsti, kopyt a kůže. Kyselina linolová pomáhá při redukci nadměrných tukových zásob a zrychluje činnost metabolismu. Díky jejímu vysokému obsahu v tomto oleji, je ostropestřecový olej vhodný pro zkrmování koním, kteří trpí nadváhou (Bergerová 2011).

#### **4.4.7 Olej z černého kmínu neboli černuchy seté (*Nigella sativa*)**

Olej z černého kmínu neboli černuchy seté, obsahuje thymochinon, karvakrol a další terpeny, působí jako posilovače imunity. Má typickou kořeněnou chuť a černou barvu. Používá se jako podpůrný prostředek při alergických reakcích (např. ekzémy). Černý kmín je spojován také se studiiemi při léčbě rakoviny. Výzkumy prokázaly účinky protizánětlivé, antioxidační a antimikrobiální (Fiedler et al. 2008).

#### **4.4.8 Silice**

Silice jsou látky olejovitého charakteru. Jsou to komplexní těkavé sloučeniny produkované rostlinami jako sekundární metabolity. Tyto sloučeniny se vyznačují výrazným aroma, zřídka zbarvené, rozpustné v tucích a často se získávají napařováním nebo hydrodestilací (Bakkali et al. 2008). V současné době, díky několika studiím souvisejícím s účinky silic,

byly v literatuře popsány mechanismy jejich působení, zejména jako antimikrobiální látky (Palazzolo et al. 2013).

Možné výhody využití silic ve výživě zvířat souvisí s jejich působením na střevní mikroorganismy, protože silice může kontrolovat růst patogenních mikroorganismů, snižovat produkci amoniaku, zvyšovat produkci střevního hlenu a zlepšovat trávicí kapacitu (Windisch et al. 2007; Hashemi & Davoodi 2011). Uvádí se, že silice zlepšují stravitelnost živin změnou enzymatické aktivity (Scheurmann & Cunha Jr 2005), stimulací produkce slin a sekrece žaludeční a pankreatické šťávy (Mellor 2000; Brenes & Roura 2010).

Ricinový olej se liší od ostatních rostlinných olejů tím, že obsahuje vyšší hladiny hydroxidu a vysoké hladiny kyseliny ricinolejové (85–90 % triglyceridů, Totaro et al. 2014). Literatura uvádí antibakteriální vlastnosti a kombinované analgetické a protizánětlivé účinky extraktu semen (Vieira et al. 2000).

#### **4.4.9 Kukuřičný olej (*Zea mays*)**

Holland et al. (1998) zjistili, že kukuřičný olej je nejchutnější formou doplňkového tuku v krmení koní. Dle studií Kane et al. (1979) přidání kukuřičného oleje do základního krmení koní vedlo k významnému zvýšení stravitelnosti tuku, ale stravitelnost sušiny, energie a ADF nebyla významně ovlivněna. Hustota stravitelné a metabolizovatelné energie byla zvýšena, jak se očekávalo, díky přidání kukuřičného oleje.

Podobně jako všechny rostlinné oleje, má kukuřičný menší složky, jako je  $\alpha$ -tokoferol, kyselina olejová, sitosterol, nasycené MK a polyfenoly, které zastávají určité biologické funkce, jako snižování produkce volných radikálů ( $H_2O_2$  a  $O_2$ ) (Visioli et al. 2002; Moreno 2003).

Hlavní složení MK kukuřičného oleje je specifikováno jako 59,8 % kyseliny linolové, 25,8 % kyseliny olejové, 11,0 % kyseliny palmitové, 1,7 % kyseliny stearové a 1,1 % kyseliny linoleové (Strecker et al. 1996; O'Brien 2004).

Ve studii Jean et al. (2004) zjistili, že po 12 týdnech suplementace kukuřičným olejem se zvýšila produkce prostaglandinu  $E_2$ . Prostaglandin  $E_2$  je hormon, který patří mezi eikosanoidy a je syntetizován z kyseliny arachidonové (Kalinski 2012).

Cargile et al. (2004) prováděli výzkum, kdy přidávali k senné potravě poníkům i kukuřičný olej v množství 45 ml. Vědci pomocí kanyly sledovali složky žaludečního sekretu. U poníků se významně zvýšila produkce prostaglandinu  $E_2$  a sodíku ve srovnání s hodnotami, které byly naměřeny před suplementací kukuřičného oleje. Došli k závěru, že suplementace kukuřičným

olejem může být účinným a levným způsobem, jak zvýšit ochranné vlastnosti žláznaté sliznice žaludku koní. To by mohlo být užitečné zejména pro snižování výskytu žaludečních vředů, jejichž výskyt je spojený s podáváním nesteroidních protizánětlivých léků. Kukuřičný olej také obnovuje aktivitu enzymů v žaludku, které jsou spojeny s procesem hojení vředů (Odabasoglu et al. 2008).

#### **4.5 Účinek krmných aditiv rostlinných olejů na endoparazity**

Vnitřní parazité koní jsou závažným problémem trvale ovlivňujícím zdraví zvířat. Endoparazitické infestace jsou nejčastěji subklinické a veterináři, chovatelé a majitelé koní si jich často nevšimnou (Czapla et al. 2015). I přes narůstající počet antiparazitik je v mnoha případech odčervení prováděno nesprávně, a proto se ukazuje jako neúčinné (Traversa et al. 2012). Problém parazitóz u koní spočívá většinou v rutinním odčervování, obvykle dvakrát ročně, bez předchozího koproskopického vyšetření. Tento postup pouze dočasně snižuje počet dospělých parazitů vnímavých k použitému léku (Ra's-Noryńska et al. 2011). Ten v kombinaci s opakovanou aplikací stejných a/nebo blízkých farmakologických látek, přičemž nejčastěji se používá ivermektin a praziquantel (Comer et al. 2001), vede k částečné nebo úplné rezistenci vyvinuté mnoha parazity, zejména gastrointestinálními, které nelze již těmito léky zneškodnit (Lloyd et al. 2000). Parazité, kteří se stali, nebo se postupně stávali, rezistentní vůči aktuálně používaným přípravkům, jsou zástupci *Ascarididae*, Strongylinae, Cyathostominae, Anoplocephalids a *Gasterophilus* spp. (Kaplan 2004). Parazité uvedených taxonů způsobují poruchy trávení, anémii, průjmky a koliky mající za následek snížení množství zkonsumovaných a vstřebaných živin, což následně vede ke snížení rychlosti růstu, zhoršení kondice, sportovního výkonu a horší pohybové kapacitě zvířat. Vysoká cena anthelmintických přípravků, vývoj lékové rezistence ze strany vnitřních parazitů a riziko kontaminace léčivy z prostředí vybízejí k preventivním opatřením podáváním zvířatům různé alternativy. Takovými alternativami mohou být různé druhy rostlinných extraktů, probiotické přípravky a/nebo rostlinné oleje (Raza et al. 2019). Způsoby účinku rostlinných anthelmintik nejsou plně známy, ale mohou být výsledkem přímého a nepřímého působení sekundárních rostlinných chemikálií, které ovlivňují přežití, růst a vývoj parazitů v trávicím systému (Athanasiadou et al 2007). Literární údaje naznačují, že nejlepší rostlinnou surovinu pro výrobu výše uvedených přísad lze získat z česneku, oregana, černého kmínu a rostlin rodu

bazalka, jakož i směsí těchto rostlin (Anthony et al. 2005). Lněný olej má ochranný účinek na sliznici koňského trávicího systému, zabraňuje podráždění potravou a podporuje peristaltické pohyby (Okai et al. 2015). Pravděpodobně kvůli těmto vlastnostem byl zařazen mezi potenciálně anthelmintické přírodní látky používané u koní v polovině 20. století (Morcos et al. 1947). Mezi jeho účinné látky patří omega 3 mastné kyseliny, fytoestrogeny, flavonoidy a lignany (Elghandour et al. 2018). Lněné semínko také obsahuje možná toxické a antinutriční sloučeniny (např. amygdalin, lyamarin, kyanidy); intoxikace u koní však pozorována nebyla (Saastamoinen et al. 2020).

## 5 Závěr

Cílem při psaní této bakalářské práce bylo podat souhrn informací, týkajících se využití rostlinných olejů ve výživě koní. V dnešní době jsou rostlinné oleje u koní používané ve velké míře a jsou důležitými krmnými doplňky, které při správném užití a dávkování dodají koni potřebnou energii, aniž by byla potřeba krmení velkých dávek potravy s vysokým obsahem škrobu a cukrů.

Nejčastěji se v praxi používá len setý (buď formou povařeného semene, nebo jako olej). Dalšími často zkrmovanými oleji jsou sójový, kukuřičný, řepkový, ostropestřecový či v poslední době oblíbený konopný olej. Obecně je důležité koně navykat na oleje postupně, kdy potřebná doba pro adaptaci jsou přibližně 3 týdny. Pokud je olej do krmné dávky přidán v nadměrném množství, projde trávicím traktem rychle a může koni způsobit průjemy.

Jednotlivé oleje se liší v zastoupení mastných kyselin a to může ovlivnit jejich účinky na organismus koně. Spousta druhů olejů ještě nebyla ve spojitosti s koňmi zkoumána a může tak být předmětem dalších vědeckých studií.

## 6 Literatura

- Almeida, F.Q.; de Godoi, F.N. Soybean oil in horses' diets. In Soybean and Nutrition; El-Shemy, H., Ed.; IntechOpen: London, UK, 2011; pp. 251–268.
- Alonso, D.L.; Maroto, F.G. Plants as 'Chemical Factories' for the Production of Polyunsaturated Fatty Acids. *Biotechnol. Adv.* **2000**, *18*, 481–497
- Anthony, J.P.; Fyfe, L.; Smith, H. Plant active components—a resource for antiparasitic agents? *Trends Parasitol.* 2005, *21*, 462–468.
- Atalay, S.; Jarocka-Karpowicz, I.; Skrzydlewska, E. Antioxidative and Anti-Inflammatory Properties of Cannabidiol. *Antioxidants* 2019, *9*, 21.
- Athanasiadou, S.; Githiori, J.; Kyriazakis, I. Medicinal plants for helminth parasite control: Facts and fiction. *Animals* 2007, *1*, 1392–1400
- Bakkali F, Averbeck S, Averbeck D, Idaomar M. 2008. Biological effects of essential oils – a review. *Food Chem Toxicol.* 46:446–475.
- Barceló-Coblijn, G. (2007).  $\alpha$ -Linolenic acid-enriched diets. A valid strategy to increase n3 fatty acids levels. *International News on Fats, Oils, and Related Materials INFORM*, 18(11), 719–72128
- Barrett, M.; Gordon, D.; Evans, F. Isolation from *Cannabis sativa* L. of cannflavin—A novel inhibitor of prostaglandin production. *Biochem. Pharmacol.* 1985, *34*, 2019–2024
- Baswan, S.M.; Klosner, A.E.; Weir, C.; Salter-Venzon, D.; Gellenbeck, K.W.; Leveret, J.; Krutmann, J. Role of Ingestible Carotenoids in Skin Protection: A Review of Clinical Evidence. *Photodermatol. Photoimmunol. Photomed.* 2021.
- Bergerová, K. 2011. Rostlinné oleje pro koně. ANIMO CZ s.r.o. červen 2011. available from <http://www.centrumkrmiv.cz/post/rostlinne-oleje-pro-kone-48/?p=5> (accessed June 2011)

Bernacchia, R.; Preti, R.; Vinci, G. Chemical Composition and Health Benefits of Flaxseed. *Austin J. Nutri. Food Sci.* **2014**, *2*, 1045

Brenes A, Roura E. 2010. Essential oils in poultry nutrition: main effects and modes of action. *Anim Feed Sci. Technol.* *158*:1–14.

Burton GW, Joyce A, Ingold KU. Is vitamin E the only lipid-soluble, chain breaking antioxidant in human blood plasma and erythrocyte membranes? *Arch Biochem Biophys* *1983*;221:281–90.

Cargile, J.L., Burrow, J.A., Kim, I., Cohen, N.D., Merritt, A.M., Effect of dietary corn oil supplementation on equine gastric fluid acid, sodium, and prostaglandin E2 content before and during pentagastrin infusion, *JOURNAL OF VETERINARY MEDICINE*, Atlanta, 2004, *18*, 4, 545–549.

Comer, K.; Coles, G.C.; Hillyer, M.H.M. A national survey for anthelmintic resistant nematodes in thoroughbreds. In *Proceedings of the Eighteenth International Conference of the World Association for the Advancement of Veterinary Parasitology*, Stresa, Italy, 26–30 August 2001; Benedettina: Parma, Italy, 2001; p. 166

Crandell, K., Kentucky Equine Research, Hemp oil for Horses, 2018.

Czapla, D.; Seremak, B.; Kruzhel, B.; Vovk, S. Parasitic fauna of gastrointestinal tract of horses and evaluation of deworming effectiveness. *Acta Sci. Pol. Zootech.* *2015*, *14*, 61–68.

Dabrowski, G.; Skrajda, M. Frakcja Lipidowa I Białkowa Nasion Konopi Siewnych (*C. sativa* L.) Oraz Jej Korzystny Wpływ Na Zdrowie Człowieka = Lipid and Protein Fraction of Hemp Seed (*C. sativa* L.) And Its Beneficial Influence On Human Health. *J. Educ. Health Sport.* *2016*, *6*, 357–366.

Davies, Z. 2009. *Introduction to horse nutrition*. Blackwell. Chichester. s. 12 – 77. ISBN: 9781405169981

Delobel, A., Fabry, C., Schoonheere, N., et al., 2008. Linseed oil supplementation in diet for horses: Effects on palatability and digestibility. *Livestock Sci* 116, 15–21.

Domingo, J.L., Bocio, A., Falco, G., et al., 2007. Benefits and risks of fish consumption I. A quantitative analysis of the intake of omega-3 fatty acids and chemical contaminants. *Toxicology* 230, 219–226.

Dougal, K., Rand, A., Walsh, C., Newbold, C., 2005. The effect of exercise on microbial activity in the hindgut of horses. *Proc. British Society of Animal Science Annual Conference*, York, p. 47. 4–6 April.

Dunnett, C.E., Marlin, D.J., Harris, R.C., 2002. Effect of dietary lipid on response to exercise: Relationship to metabolic adaptation. *Equine Vet J* 34 (Suppl), 75–80.

Duren, S., Pagan, J., Harris, P., Crandell, K., 1999. Time of feeding and fat supplementation affect plasma concentrations of insulin and metabolites during exercise. *Equine Vet. J. Suppl.* 30, 479–484.

Elghandour, M.M.M.Y.; Reddy, P.R.K.; Salem, A.Z.M.; Reddy, P.P.R.; Hyder, I.; Barbabosa-Pliego, A.; Yasaswini, D. Plant bioactives and extracts as feed additives in horse nutrition. *J. Equine Vet. Sci.* 2018, 69, 66–77.

Ellis AD. Energy systems and requirements. In: Geor RJ, Harris PA, Coenen MC, editors. *Equine Applied and Clinical Nutrition*. London: Saunders Elsevier; 2013. p. 96–112.

Ferreira, V.D.S.; Sant'Anna, C. Impact of culture conditions on the chlorophyll content of microalgae for biotechnological applications. *World J. Microbiol. Biotechnol.* 2017, 33, 20.

Fiedler, John L., Tina G. Sanghvi, and Margaret K. Saunders. «A review of the micronutrient intervention cost literature: program design and policy lessons.» *The International journal of health planning and management* 23, no. 4 (2008): 373-397.37.

Fonnesbeck, P.V., Lydman, R.K., Vander Noot, G.W., et al., 1967. Digestibility of the proximate nutrients of forage by horses. *J Anim Sci* 26, 1039–1044.



Foran Equine, 2020, Adivision of Foran Healthcare, 2 Cherry Orchard Industrial Estate, Dublin 10, Ireland, available from <https://foranequine.com/expert-advice/what-oil-feed-my-horse/> (accessed June 2020)

Frape, D. L., Dietary requirements and athletic performance of horses. *Equine Veterinary Journal*, 1994, 20, 163-17

Geelen SNJ, Sloet van Oldruitenborgh-Oosterbaan MM, BeynenAC. Dietary fat supplementation and equine plasma lipid metabolism. *Equine Vet J Suppl* 1999;30:475–478

Geor RJ, Harris PA. Laminitis. In: Geor RJ, Harris PA, Coenen MC, editors. *Equine Applied and Clinical Nutrition*. London: Saunders Elsevier; 2013. p. 469–86.

Godber JS (2009) Rice bran oil. In: Moreau RA and Kamal-Eldin A (eds.) *Gourmet and health-promoting specialty oils*, pp. 377–408. Urbana, IL: AOCS Press.

Godoi, F.N., Almeida, F.Q., Saliba, E.O.S., et al., 2009. Intake, digestive kinetics and nutrient digestibility in athletic horses fed diets with soybean oil. *R Bras Zootec*, online version, vol 38, doi: 10.1590/ S1516–35982009001000011.

Graf, T. N., Cech, N. B., Polyak, S. J., & Oberlies, N. H. (2016). A validated UHPLC-tandem mass spectrometry method for quantitative analysis of flavonolignans in milk thistle (*Silybum marianum*) extracts. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, 126, 26–33.

Hahessy SR, Pierce A, Tormey WP. *Clin. Toxicol.* 1999;37: 515

Hajizadeh-Sharafabad, F.; Zahabi, E.S.; Malekahmadi, M.; Zarrin, R.; Alizadeh, M. Carotenoids supplementation and inflammation: A systematic review and meta-analysis of randomized clinical trials. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 2021, 1–17.

Hambleton, P., Slade, L., Hamar, D., Kienholz, E., Lewis, L., 1980. Dietary fat and exercise conditioning effect on metabolic parameters in the horse. *J. Anim. Sci.* 51, 1330–1339.

- Hangzhong, W. Rapeseed industry development strategy oriented by new demand. *Chin. J. Oil Crop Sci.* **2018**, *40*, 613–617
- Harris PA. Energy requirements of the exercising horse. *Ann Rev Nutr* 1997;17:185–210.
- Harris PA. Feeding management of elite endurance horses. *Vet Clin North Am Equine Pract* 2009;25:137–54.
- Hashemi SR, Davoodi H. 2011. Herbal plants and their derivatives as growth and health promoters in animal nutrition. *Vet Res Commun.* 35:169–180.
- Hintz, H.F., Argenzio, R.A., Schryver, H.F., 1971. Digestion coefficients, blood glucose levels and molar percentage of volatile fatty acids on intestinal fluid of ponies fed varying forage–grain ratio's. *J. Anim. Sci.* 33, 992.
- Hintz, H.F., Schryver, H.F., Lowe, J.E., 1971. Comparison of a blend of milk products and linseed meal as protein supplements for young growing horses. *Journal of Animal Science* 33, 1274–1276.
- Holland JL Kronfeld DS, Rich GA, et al. Acceptance of fat and lecithin containing diets by horses. *Appl Animal Behav Sci* 1998;56:91–6.
- Irakli, M.; Tsaliki, E.; Kalivas, A.; Kleisiaris, F.; Sarrou, E.; Cook, C.M. Effect of Genotype and Growing Year on the Nutritional, Phytochemical, and Antioxidant Properties of Industrial Hemp (*Cannabis sativa L.*) Seeds. *Antioxidants* 2019, 8, 491.
- Jansen, W.L., Van der Kuilen, J., Geelen, S.N.J., Beynen, A.C., 2000. The effect of replacing nonstructural carbohydrates with soybean oil on the digestibility of fibre in trotting horses. *Equine Vet. J.* 32, 27–30.
- Kalinski, Pawel. Regulation of Immune Responses by Prostaglandin E<sub>2</sub>. *The Journal of Immunology.* 2012-01-01, 188, 1, 21–28

- Kane, E., J.P. Barker, and L.S. Bull. 1979. Utilization of a corn oil supplemented diet by the pony. *J. Anim. Sci.* 48(6):1379-1384.
- Kaplan, R.M. Drug resistance in nematodes of veterinary importance: A status report. *Trends Parasitol.* 2004, 20, 477–481.
- Khoddami A, Che Man YB, Roberts TH. 2014. Physico-chemical properties and fatty acid profile of seed oils from pomegranate (*Punica granatum L.*) extracted by cold press-ing. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.* 116, 553-562
- Kiralan, M.; Gül, V.; Kara, S.M. Fatty acid composition of hempseed oils from different locations in Turkey. *Span. J. Agric. Res.* 2010, 8, 385.
- Kronfeld D. Body fluids and exercise: Influences of nutrition and feeding management. *J Equine Vet Sci* 2001;21:417–28.
- Kronfeld, D.S., Custalow, S.E., Ferrante, P.L., et al., 1998. Acid-base responses of fat-adapted horses: relevance to hard work in the heat. *Appl Anim Behav* 59, 61–72.
- Kronfeld DS, Holland JL, Rich V, et al. Fat digestibility in *Equus caballus* follows increasing first order kinetics. *J Anim Sci* 2004;82:1773–80.
- Kurek-górecka, A.; Balwierz, R.; Mizera, P.; Nowak, M.; Zurawska-płaksej, E. L'importance th ' érapéutique et cosmétique de l ' huile de chanvre. *BioResources* 2018, 16, 704–708.
- Li Y, Ma WJ, Qi BK, Rokayya S, Li D, Wang J, et al. Blending of soybean oil with selected vegetable oils: impact on oxidative stability and radical scavenging activity. *Asian Pac J Cancer Prev* 2014;15(6):2583-9
- Liang, J.; Aachary, A.A.; Thiyam-Holländer, U. Hemp Seed Oil: Minor components and oil quality. *Lipid Technol.* 2015, 27, 231–233.
- Lindberg, J. E., Feedstuff for horses, *Applied Nutrition – Feeds*, 2013, 319-329.

Lloyd, S.; Smith, J.; Connan, R.M.; Hatcher, M.A.; Hedges, T.R.; Humphrey, D.J.; Jones, A.C. Parasite control methods used by horse owners: Factors predisposing to the development of anthelmintic resistance in nematodes. *Vet. Rec.* 2000, 146, 487–492.

Lopez HL. Nutritional interventions to prevent and treat osteoarthritis. Part I: focus on fatty acids and macronutrients. *PM R.* 2012 May;4(5 Suppl):S145-54.

Lorenzo-Figueras M, Morisset SM, Morisset J, et al. Digestive enzyme concentrations and activities in healthy pancreatic tissue of horses. *Am J Vet Res* 2007;68:1070–2.

M. J. Glade, The Influence of Dietary Fiber Digestibility on the Nitrogen Requirements of Mature Horses, *Journal of Animal Science*, Volume 58, Issue 3, March 1984, Pages 638–646,

MacLaughlin JA, Anderson RR, Holick MF. Spectral character of sunlight modulates photosynthesis of pre-vitamin D3 and its photoisomers in human skin. *Science* 1982;216:1001–3.

Malekzadeh, M., Mirmazloun, S. I., Anguorani, H. R., Mortazavi, S. N., & Panahi, M. (2011). The physicochemical properties and oil constituents of milk thistle (*Silybum marianum* Gaertn. cv. Budakalazsi) under drought stress. *Journal of Medicinal Plant Research*, 5, 1485–1488.

Manhart, D.R., B.D. Scott, E.M. Miller, C.M. Honnas, D.M. Hood, J.A. Cloverdale, and P.G. Gibbs. 2007. *Equine Sci. Soc. Symp.*, Hunt Valley, MD. pp. 11-12.

Mars Horsecare UK. Consumer Staple Products. 29 Old Wolverton Road Berkshire Milton Keynes. MK12 5PZ United Kingdom. 1998.

Matouš, Bohuslav, *Základy lékařské chemie a biochemie*. 2010, Praha:Galen, 2010. ISBN 978-80-7262-702-8.

McPartland, J.M.; Russo, E.B. Cannabis and Cannabis Extracts: Greater than The Sum of Their Parts. In *Cannabis Therapeutics in HIV/AIDS*; Taylor and Francis Inc.: Abingdon, UK, 2012; pp. 103–132. ISBN 9780203049105.

Mellor S. 2000. Herbs and spices promote health and growth. *Pig Progress*. 16:18–21.

Meyer, H., Flothow, C., Radicke, S., 1997. Preileal digestibility of coconut fat and soybean oil in horses and their influence on metabolites of microbial origin of the proximal digestive tract. *Arch. Anim. Nutr.* 50, 63–74.

Meyers, M.C., Potter, G.D., Greene, L.W., Crouse, S.F. and Evans, J.W., 1987. Physiologic and metabolic response of exercising horses to added dietary fat. In: *Proceedings of the 10th Equine Nutrition and Physiology Symposium*, Fort Collins, CO, USA, pp. 107-113.

Moazzami A and Kamal-Eldin A (2009) Sesame oil. In: Moreau RA and Kamal-Eldin A (eds.) *Gourmet and health-promoting speciality oils*, pp. 267–282. Urbana, IL: AOCS Press.

Morcos, Z. Prevalent diseases of race horses in Egypt; conclusion of 1927–1947 observations. *Vet. Med.* 1947, 42, 94–97

Moreno JJ. Effect of olive oil minor components on oxidative stress and arachidonic acid mobilization and metabolism by macrophages *in vitro*. *Free Radic Biol Med* 2003; 35:1073-1081.

Morgado, E.S., Almeida, F.Q., Godoi, F.N., Gomes, A.V.C., Galzerano, L., França, A.B., Brasileiro, L.S., 2009. Digestão de carboidratos em equinos alimentados com dietas compostas de volumoso ou de volumoso suplementado com concentrado e/ou óleo de soja. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.* 61, 1112–1119 (in Portuguese with English summary).

Munsterman AS, Bertone AL, Zachos TA, Weisbrode SE. Effects of the omega-3 fatty acid, alpha-linolenic acid, on lipopolysaccharide-challenged synovial explants from horses. *Am J Vet Res.* 2005 Sep;66(9):1503-8.

Nagy, J; Koltay, IA; Molnar, A; Farkas, V; Dublicz, K; Rozsa, L; Pal, L; Health protecting effects of milk thistle (*Silybum marianum*); *MAGYAR ALLATORVOSOK LAPJA*, JUN 2020; 142; 6; 229-240

National Research Council. Nutrient requirements of horses. 5th Revised Edition. Washington D.C: National Academy Press; 1989.

Norman AW. Sunlight, season, skin pigmentation, vitamin D, and 25-hydroxyvitamin D: integral components of the vitamin D endocrine system. *Am J Clin Nutr* 1998;67:1108–10.

NRC, 2007. Nutrient requirements of horses, sixth Rev ed. The National Academies Press, Washington, DC.

O'Brien RD. 2004. Fats and Oils: Formulating and Processing For Applications. CRC Press, New York. ISBN 9780203483664

Odabasoglu F, Cakir A, Suleyman H, Aslam A, Bayir Y, Halici M, Kazaz C. Gastroprotective and antioxidant effects of usnic acid on indomethacin-induced gastric ulcer rats. *J Ethnopharmacol* 2008; 103:59-65.

Okai, K.; Taharaguchi, S.; Orita, Y.; Yokota, H.; Taniyama, H. Comparative endoscopic evaluation of normal and ulcerated gastric mucosae in Thoroughbred foals. *J. Vet. Med. Sci.* 2015, 77, 449–453.

O'Neill, W., McKee, S., Clarke, A.F., 2002. Flaxseed (*Linum usitatissimum*) supplementation associated with reduced skin test lesional area in horses with culicoides hypersensitivity. *Can J Vet Res* 66, 272–277.

Oomah, B. Flaxseed as a Functional Food Source. *J. Sci. Food Agric.* **2001**, 81, 889–894.

Oomah, B. D., & Mazza, G. (1997). Effect of dehulling on chemical composition and physical properties of flaxseed. *Lebensmittel Wissenschaft und Technologie*, 30, 135–140.

Oomah, B. D. (2003). Processing of flaxseed fiber, oil, protein, and lignan. In L. U. Thompson & S. C. Cunnane (Eds.), *Flaxseed for human nutrition* (2nd ed., pp. 363–386). Champaign, IL: AOCS Press.

- Oldham, S., Potter, G., Evans, J., Smith, S., Taylor, T., Barnes, W., 1990. Storage and mobilization of muscle glycogen in exercising horses fed a fat-supplemented diet. *Equine Vet. Sci.* 10, 353–359
- Olsson, N., Ruudvere, A., 1955. The nutrition of the horse. *Nutrition Abstracts and Reviews* 25, 1–18.
- Orme CE, Harris RC, Marlin DJ, Hurley J. Metabolic adaptationsto a fat supplemented diet by the Thoroughbred horse. *Br J Nutr* 1997;78:443–458
- Orme, C.E., Harris, R.C. and Marlin, D.J., 1995. Effect of elevated plasma FFA on fat utilization during low intensity exercise. *Equine Veterinary Journal Suppl.* 18: 199-204.
- O'sullivan, S.E. Marijuana and the Cannabinoids, 1st ed.; ElSohly, M.A., Ed.; Humana Press: Totowa, NJ, USA, 2007; ISBN 978-1-58829-456-2.
- Pagan, J., Geor, R., Harris, P., Hoekstra, K., Gardner, S., Hudson, C., Prince, A., 2002. Effects of fat adaptation on glucose kinetics and substrate oxidation during low-intensity exercise. *Equine Vet. J. Suppl.* 34, 33–38.
- Pagan, J., Harris, P., Brewster-Barnes, T., Duren, S., Jackson, S., 1998. Exercise affects digestibility and rate of passage of all-forage and mixed diets in thoroughbred horses. *J. Nutr.* 128, 2704S–2707S.
- Palazzolo E, Laudicina VA, Germanà MA. 2013. Current and potential use of citrus essential oils. *Current Org Chem.* 17:3042–3049
- Palmquist, D.L., 1984. Use of fats in diets for lactating dairy cows. *Fats in Animal Nutrition.* In: Wiseman, J. (Ed.), *Proceedings of the 37th Nottingham Easter School.* Butterworths, London, pp. 357–381.
- Patoux, S.; Istasse, L. Incorporation of sunflower oil or linseed oil in equine compound feedstuff: 1 Effects on haematology and fatty acid profiles in the blood cells membranes. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.* **2016**, *100*, 828–835

- Polyak, S. J., Morishima, C., Lohmann, V., Pal, S., Lee, D. Y., Liu, Y., Oberlies, N. H. (2010). Identification of hepatoprotective flavonolignans from silymarin. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 107, 5995–5999.
- Potter, G.D., Hughes, S.L., Julen, T.R. and Swinney, D.L., 1992. A review of research on digestion and utilization of fat by the equine. *Pferdeheilkunde Sonderheft 1*: 119-123.
- Ralston S. L. (1996): Hyperglycemia/hyperinsulinemia after feeding a meal of grain to young horses with osteochondritis dissecans (OCD) lesions. *Pferdeheilkunde* 12, 320-322
- Raś-Noryńska, M.; Sokół, R. Controlling parasitic invasion in horses. *Zycie Wet.* 2011, 86, 299–301
- Raza, A.; Qamar, A.G.; Hayat, K.; Ashraf, S.; Williams, A.R. Anthelmintic resistance and novel control options in equine gastrointestinal nematodes. *Parasitology* 2019, 146, 425–437.
- Richardson MD, Logendra S. Ergosterol as an indicator of endophyte biomass in grass seeds. *J Agric Food Chem* 1997;45:3903–7.
- Ruchira Nandasiriab, N.A. Michael Eskina, Peter Ecka, Usha Thiyam-Höllander, *Cold Pressed Oils, Green Technology, Bioactive Coumpounds, Functionality and Applications*, 2020, 81-96
- Sales J, Homolka P, 2011, A meta-analysis of the effects of supplemental dietary fat on protein and fibre digestibility in the horse, *Livestock Science* 136 (2011) 55–63
- Scheuermann GN, Cunha Jr A. 2005. Prospects for the use of plant products as alternative additives in poultry feed. Concórdia, SC: EMBRAPA Suínos e Aves, 56 p.
- Schingoethe DJ, Parsons JG, Ludens FC, Tucker WL, Shave HJ. Vitamin E status of dairy cows fed stored feeds continuously or pastured during summer. *J Dairy Sci* 1978;61:1582.
- Simopoulos, A.P. The Omega-6/Omega-3 Fatty Acid Ratio: Health Implications. *Oilseeds Fats Crops Lipids* 2010, 17, 267–275.



Skwarek M, Dolatowski ZJ. 2013. Quality of cold-pressed organic oils. *Sci. Nat. Technol.* 7, 37

Snyder, J.L., T.N. Meachum, J.P. Fontenot, and K.E. Webb. 1981. Heat production in pony geldings fed fat-supplemented diets. *Proc. Equine Nutr. Physiol. Soc.* 7:144- 145.

Steyn, Nelia P., Petro Wolmarans, Johanna H. Nel, and Lesley T. Bourne. «National fortification of staple foods can make a significant contribution to micronutrient intake of South African adults.» *Public health nutrition* 11, no. 3 (2008): 307-313

Strecker LR, Bieber MA, Maza A, Grossberger T, Doskoczynski WJ. 1996. Corn Oil, in Hui YH (Ed.). *Bailey's Industrial Oil and Fat Products*. Wiley, New York, 125-158. ISBN-13: 978-0471594307 / ISBN-10: 047159430X

Sturgeon, L.S., Baker, L.A., Pipkin, J.L., et al., 2000. The digestibility and mineral availability of matua, bermuda grass, and alfalfa hay in mature horses. *J Equine Vet Sci* 20, 45–48.

Swinney, D.L., Potter, G.D., Greene, L.W., Shumacher, J., Murray-Gerzik, M., Goldy, G., 1995. Digestion of fat in the equine small and large intestine: Proceedings of the 14th Equine Nutrition and Physiology Symposium, California Polytechnical State University, Ontario, CA, USA, January 19–21, 1995, pp. 30–35.

Traversa, D.; Castagna, G.; von Samson-Himmelstjerna, G.; Meloni, S.; Bartolini, R.; Geurden, T.; Pearce, M.C.; Woringer, E.; Besognet, B.; Milillo, P.; et al. Efficacy of major anthelmintics against horse cyathostomins in France. *Vet. Parasitol.* 2012, 188, 294–300

Totaro G, Cruciani L, Vannini M, Mazzola G, di Gioia D, Celli A, Sisti L. 2014. Synthesis of castor oil-derived polyesters with antimicrobial activity. *Eur Polymer J.* 56:174–184.

Vieira C, Evangelista C, Crillo R, Lippi A, Maggi CA, Manzini S. 2000. Effect of ricinoleic acid in acute and subchronic experimental models of inflammation. *Mediators Inflamm.* 9:223–228.

Vinayagamoorthi R, Bobby Z, Sridhar MG. Antioxidants preserve redox balance and inhibit c-Jun-N-terminal kinase pathway while improving insulin signaling in fat-fed rats: evidence for the role of oxidative stress on IRS-1 serine phosphorylation and insulin resistance. *J Endocrinol* 2008;197(2):287-96.

Visioli F, Poli A, Gall C. Antioxidant and other biological activities of phenols from olives and olive oil. *Med Res Rev* 2002; 22:66-75.

Werz, O.; Seegers, J.; Schaible, A.M.; Weinigel, C.; Barz, D.; Koeberle, A.; Allegrone, G.; Pollastro, F.; Zampieri, L.; Grassi, G.; et al. Cannflavins from hemp sprouts, a novel cannabinoid-free hemp food product, target microsomal prostaglandin E2 synthase-1 and 5-lipoxygenase. *PharmaNutrition* 2014, 2, 53–60.

Willard JG, Willard JC, Wolfram SA, et al. Effect of diet on cecal pH and feeding behaviour of horses. *J Anim Sci* 1977;45:87–93.

Windisch W, Schedle K, Plitzner C, Kroismayr A. 2007. Use of phytogenic products as feed additives for swine and poultry. *J Anim Sci.* 86:E140– E148.

Wisniewska, A.; Widomska, J.; Subczynski, W.K. Carotenoid-membrane interactions in liposomes: Effect of dipolar, monopolar, and nonpolar carotenoids. *Acta Biochim. Pol.* 2006, 53, 475–484

Yılmaz E, Aydeniz B, Güneşer O, Arsunar ES. 2015. Sensory and physico-chemical properties of cold press produced tomato (*Lycopersicon esculentum L.*) seed oils. *J. Amer. Oil Chem. Soc.* 92, 833–842

Zajać, T.; Oleksy, A.; Klimek-Kopyra, A.; Kulig, B. Biological Determinants of Plant and Crop Productivity of Flax (*Linum Usitatissimum L.*). *Acta Agrobot.* **2012**, 65, 3–14.

Zeyner, A., Hoffmeister, C., Einspanier, A., Lengwenat, O., 2004. Palatability and glycemic/insulinemic effect of diets high in fat and low in soluble carbohydrates fed to

quarter horses. Proc. 8th Meeting of the European Society of Veterinary and Comparative Nutrition, Budapest, pp. 62–63. 23–25 September.

Zeyner, A., Kretschmer, E., Fuchs, R., Kaske, H., Hoffmann, M., 2003. Investigations on the influence of exercise intensity on the digestibility of the feed in adult riding horses. Proc. 7th Meeting of the European Society of Veterinary and Comparative Nutrition, Hannover, p. 74. 3–4 October.