

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra zoologie a rybářství



**Využití rostlinných extraktů v chovu zvířat při zatížení
organismu parazity**

Bakalářská práce

Autor práce: Lucie Humeni

Obor studia: Živočišná produkce (ABPP)

Vedoucí práce: prof. Ing. Ivana Jankovská, Ph.D.

© 2019 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Využití rostlinných extraktů při zatížení organismu parazity u zvířat" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 19. dubna 2019

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala vedoucí mé bakalářské práce prof. Ing. Ivaně Jankovské, Ph.D. za trpělivost, vstřícný přístup, poskytnutí materiálů, mnoho cenných rad a odborné vedení při psaní této práce. Dále bych chtěla poděkovat mé rodině za podporu.

Využití rostlinných extraktů v chovu zvířat při zatížení organismu parazity

Souhrn

Vnější a vnitřní parazité představují velký problém v chovech hospodářských zvířat vzhledem k tomu, že negativně působí na zdraví zvířat, což vede k negativnímu dopadu na kvalitu jejich produktů. Syntetické přípravky proti parazitům zatěžují organismus a mají následně tendenci hromadit se ve tkáních a mléce. Ziskovost je důležitou podmínkou pro komerční živočišnou výrobu, proto je třeba vzít v úvahu ekonomické dopady na chov při léčení zvířat antiparazitickými přípravky, neboť syntetické antiparazitické léky jsou často finančně nákladné. Kromě toho v posledních letech dochází k rezistenci parazitů na chemické antiparazitické přípravky a k rozvoji ekologického způsobu chovů. Z těchto důvodů se v posledních letech zvyšuje poptávka po přírodních produktech.

Cílem této práce bylo zpracovat nejnovější vědecké poznatky o rostlinných extraktech využívaných v chovu hospodářských zvířat a jejich působení na vnější a vnitřní parazity. Práce je zaměřena na rostlinné extrakty proti vnitřním parazitům rodu *Eimeria* v chovech drůbeže, u které extrakty snížily vylučování oocyst, snížily krvavé průjmy a zvýšily tělesnou hmotnost. Dále se práce zabývá vlasovkou slezovou u přežvýkavců, malými strongylidy v chovu koní a svalovcem stočeným u prasat. V těchto uvedených případech docházelo ke snížení líhnutí vajíček, zvýšení mortality larev a dospělců či omezení vývoje larev u vnitřních parazitů. Působení rostlinných extraktů na vnější parazity je v práci vyhrazeno na roztoče včel *Varroa destructor* a na klíšřata skotu. Extrakty proti těmto zmíněným ektoparazitům snížily zamoření, zamezily vylučování vajíček parazitů či způsobily jejich mortalitu nebo potlačení.

Obecně lze říci, že pozitivních účinků bylo dosaženo především ve vyšších koncentracích rostlinných extraktů. Rostlinné extrakty, zmíněné v této práci, působily jako přírodní antiparazitika a mohou být tedy využity jako alternativy místo syntetických přípravků.

Klíčová slova: hospodářská zvířata
extrakty
parazité
rostliny

Effectiveness of plant extracts on parasites in animal husbandry

Summary

External and internal parasites present a serious issue in breeding of farm animals. These parasites negatively influence the health of the farm animals which in turn leads to decrease in quality of their products. Synthetic anti-parasitic solutions burden the animals organism and have the tendencies to accumulate in tissue and milk. Profitability is an important condition of commercial livestock production, therefore it is also important to take economic impacts of treatment of the animals with antiparasitic products into account, because these mentioned products are often very expensive. Besides the financial issue, in recent years, parasites managed to develop new resistances to chemical, anti-parasitic products and therefore there has been a surge in development of organic farming methods. For these reasons demand for organic products has been on the rise.

The aim of this thesis is to analyze the most recent scientific findings in the area of plant extracts used in livestock production and their effect on external and internal parasites. The thesis focuses on plant extracts used against internal parasites of the *Eimeria* species in poultry farming, where the extracts caused decrease in excretion of oocytes, decreased bloody diarrhea and increased body mass of the animals. Next the thesis deals with the *Haemonchus contortus* parasitic species found in ruminant animals, *Cyathostominae* within horse breeding and *Trichinella spiralis* in pigs. In these cases, oocyte hatching was reduced, mortality of larvae and adults was increased, and the development of larvae in internal parasites was reduced. The effect of plant extract on external parasites is reserved on bee mites of the *Varroa destructor* and the *Ixodida* species in cattle. Extracts against these mentioned ectoparasites reduced infestation, caused increase in mortality or suppression of parasite eggs.

In general, the positive effects were mainly achieved with higher concentrations of plant extracts. The plant extracts mentioned in this thesis acted as natural antiparasitic agents and can therefore be used as alternatives to synthetic preparations.

Keywords: livestock
extracts
parasites
plants

Obsah

1 Úvod.....	7
2 Cíl práce	8
3 Literární rešerše	9
3.1 Rostlinné extrakty	9
3.1.1 Účinek rostlinných extraktů na vnější parazity	11
3.1.1.1 Akaricidní účinky rostlinných extraktů proti kleštíkovi zhoubnému ve včelstvech	12
3.1.1.2 Akaricidní účinky rostlinných extraktů proti klíšťatům skotu	16
3.1.2 Účinek rostlinných extraktů na vnitřní parazity	21
3.1.2.1 Ochranné účinky rostlinných extraktů u brojlerových kuřat	22
3.1.2.2 Antihelmintické účinky rostlinných extraktů u malých přežvýkavců	27
3.1.2.3 Antihelmintické účinky rostlinných extraktů u koní	32
3.1.2.4 Antihelmintické účinky rostlinných extraktů u prasat.....	35
4 Závěr.....	41
5 Seznam použité literatury.....	42

1 Úvod

První lékařské texty o použití léčivých rostlin z čínské, egyptské a mezopotamské kultury naznačují, že léčebné znalosti lidé objevovali před zhruba 3000 až 4000 lety (Naboulsi et al. 2018). Již 1500 let př. n. l. bylo zaznamenáno použití rostlin jako léčiv v jednom z nejstarších známých zachovalých lékařských záznamů, Ebersově papyrusu. Bylinky se využívaly už dlouho před tímto záznamem a v průběhu století byly významnou součástí diet a lékařství (Davies 2015). Po více jak 1500 let byl základem léčení lékopis o bylinném lékařství „De Materia Medica“ od lékaře a botanika Pedaniuse Dioscoridese. Prostřednictvím řecké, latinské a arabské medicíny se znalosti léčivých rostlin a rostlinných léků stále obohacují (Naboulsi et al. 2018). Přírodní produkty z léčivých rostlin, ať už jako čisté sloučeniny nebo jako standardizované výtažky, poskytují neomezené příležitosti pro nové léky díky bezkonkurenční dostupnosti chemické rozmanitosti. Fytochemikálie z rostlin se považují jako bezpečné a široce účinné alternativy s menším množstvím nežádoucích účinků. (Sasidharan et al. 2011).

Vlastní historii mají přírodní insekticidy, neboť v Evropě je používání některých rostlin v ochraně proti hmyzu datováno více než 3000 let. Primárně lidé používali různé modifikované části některých aromatických rostlin a jejich výtažky nebo odvary, zvláště jako repelenty proti ektoparazitům (Pavela 2016). Relativně známé léčivé rostliny byly testovány na insekticidní vlastnosti, a to pomohlo ke zjištění, že široký výběr stromů a keřů obsahuje fytochemikálie, které mohou být užitečné i při prevenci proti parazitům (Abduz Zahir et al. 2009).

Použití léčivých rostlin pro prevenci a léčbu gastrointestinálního parazitismu má svůj původ v přírodní, etno-veterinární medicíně. Po staletí byly léčivé rostliny používány k boji proti parazitismu a v mnoha částech světa jsou stále používány k tomuto účelu (Athanasiadou et al. 2007).

Greathead (2003) uvádí, že látky z rostlin, přesněji jejich sekundární metabolity, jsou přírodním zdrojem, který je v konvenčních systémech chovu hospodářských zvířat z velké části nevyužit. Změny právních předpisů, které kontrolují používání doplňkových látek v krmivech zvířat, stimulují zájem o bioaktivní sekundární metabolity jako alternativní látky zvyšující výkonnost. Ziskovost je důležitou podmínkou pro komerční živočišnou výrobu, proto je třeba vzít v úvahu ekonomické dopady systémů pro kontrolu parazitů (Junkuszew at al. 2015).

2 Cíl práce

Cílem této práce bylo zpracovat nejnovější vědecké poznatky o rostlinných extraktech využívaných v chovu hospodářských zvířat a jejich působení na vnější a vnitřní parazity.

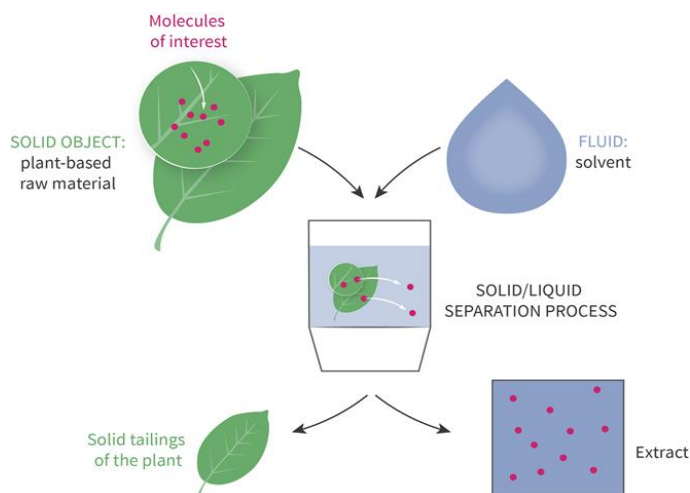
3 Literární rešerše

3.1 Rostlinné extrakty

Rostlinné extrakty, typické léčivé nebo aromatické rostliny, obsahují vyšší koncentrace účinných bioaktivních sloučenin nebo sekundárních metabolitů, bioaktivních látek, které se vyznačují vysokou koncentrací sekundárních sloučenin (Naboulsi et al. 2018). Živiny nacházející se v bylinkách obsahují vitamíny, bílkoviny, minerály a antioxidanty (Vinceković et al. 2017).

Botanické a rostlinné přípravky pro použití v medicíně obsahují různé typy bioaktivních sloučenin (Flota-Burgos et al. 2017). Bioaktivní sloučeniny neboli fytochemikálie jsou prospěšným zdrojem v rostlinných výtažcích a slibují potenciální zdroje nových, účinných a bezpečných léčiv (Sasidharan et al. 2011). Tyto sloučeniny obsahují vysokou hodnotu esenciálních olejů, antioxidantů a těkavých sloučenin, často vykazují pozoruhodné vlastnosti, od nutričních a léčivých vlastností až po antimikrobiální a antioxidační účinky (Vinceković et al. 2017). Složení a obsah bioaktivních látek v přírodních rostlinách se může lišit v závislosti na klimatu, teplotě, období, půdě a dalších faktorech (Fibigr et al. 2018). Nejdůležitějšími kroky k využití biologicky účinné sloučeniny z rostlinných zdrojů je extrakce, farmakologický screening, izolace a charakterizace bioaktivních sloučenin, toxikologické hodnocení a klinické hodnocení (Sasidharan et al. 2011).

Extrakce neboli vylouhování, patří k zásadnímu a prvnímu kroku při rozboru léčivých rostlin, protože je potřebné extrahovat požadované chemické složky z rostlinných materiálů pro další oddělení a charakterizaci (obr. 1).



Obrázek č. 1 Extrakce - Available from www.berkem.com (accessed February 2019)

Základní operace zahrnuje mytí, sušení rostlinných materiálů nebo sušení mrazem, mletí, aby se získal homogenní vzorek a zlepšila se kinetika analytické extrakce a také se zvýšil kontakt povrchu vzorku s rozpouštědlem. Při přípravě extraktu z rostlinných vzorků je potřeba zajistit udržení potenciálních účinných složek, aby nebyly ztraceny, porušeny nebo zničeny. Výběr rozpouštědla závisí do značné míry na specifické povaze cílové biologické sloučeniny. Extrakce hydrofilních sloučenin používá polární rozpouštědla, jako je methanol, ethanol nebo ethylacetát (Sasidharan 2011). Rostlinné extrakty z methanolu mají nízkou toxicitu u savců (Flota-Burgos et al. 2017). Pro extrakci více lipofilních sloučenin se použije dichlormethan nebo směs dichlormethanu a methanolu v poměru 1: 1. V některých případech se využívá extrakce rozpouštědlem hexanem k odstranění chlorofylu. Jelikož cílové sloučeniny mohou být nepolární až polární a tepelně labilní, musí se zvážit vhodnost způsobů extrakce. Rostlinné extrakty se připravují také macerací nebo perkolací z čerstvých zelených rostlin nebo ze sušeného práškovitého rostlinného materiálu ve vodních anebo organických rozpouštědlech (Sasidharan 2011).

Existuje řada rostlin nebo rostlinných extraktů vhodných pro léčbu téměř všech parazitických chorob hospodářských zvířat. V současnosti existuje stále více kontrolovaných experimentálních studií, jejichž cílem je ověřit a kvantifikovat antiparazitární rostlinnou aktivitu (Athanasiadou et al. 2007). Podle Al-Snafi (2016) byly až dvě třetiny nových identifikovaných látek ročně extrahovány z vyšších rostlin. Mnoho přírodních sloučenin má podoby, které se liší od podob současných farmaceutických přípravků, a proto mohou být účinné proti rezistentním parazitům (Flota-Burgos et al. 2017).

Paraziti jsou živé organismy, které nějakou omezenou dobu nebo trvale žijí na úkor většího organismu. Podle způsobu parazitismu je dělíme na endoparazity a ektoparazity. Některé druhy organismů více inklinovaly k parazitismu a již dlouhou řadu generací se na parazitismus orientují, což u nich způsobilo schopnost ubránit se imunitnímu systému hostitele (Liška et al. 2017).

3.1.1 Účinek rostlinných extraktů na vnější parazity

Vnější parazité, ektoparazité, se živí krevní lymfou, kožními úlomky nebo mazovými sekrety, které pohlcují propíchnutím kůže, vychytávají z povrchu kůže nebo vstřebávají epidermální léze. Většina ektoparazitických roztočů tráví celý svůj život v úzkém kontaktu s hostitelem, takže přenos z hostitele do hostitele je především fyzickým kontaktem. Ektoparazitické onemocnění způsobené roztoči, všemi a blechami patří mezi hlavní choroby, které způsobují drobným zemědělcům obrovské hospodářské ztráty. Infekce s ektoparazity je zodpovědná za ztrátu krve, podrážděnost kůže, špatnému růstu, snížení produkce a reprodukční výkonnosti a úmrtnosti (Kebede & Negese 2017).

Léčení zvířat napadených ektoparazity pomocí insekticidů či akaricidů zahrnuje organofosfáty, karbamáty, pyrethroidy, organocínové sloučeniny a některé organonitrogení sloučeniny (Fischer et al. 2016). Organofosfáty mají tendenci se hromadit v tkáních nebo mléce, a proto se nedoporučují u laktujících krav (De Meneghi et al. 2016). Je prokázáno, že mnoho zbytků je v mléce nad detekčním limitem po dobu až 5 dnů v množství $> 0,01 \text{ mg / kg}^{-1}$. Syntetické insekticidy používané k potlačení hmyzu mohou i kontaminovat nádoby nebo provozní prostory (Fischer et al. 2016). Též akaricidy způsobují kontaminaci životního prostředí, kontaminace mléka a masných výrobků rezidui, což má vliv na zdraví lidí, avšak jejich využití patří mezi nejefektivnější strategie proti škůdcům (Benelli et al. 2016; De Meneghi et al. 2016).

Rostlinné insekticidy stále přitahují větší pozornost ekologických a drobných zemědělců po celém světě, protože jsou považovány za vhodnou alternativu k syntetickým insekticidům. Navzdory současnému intenzivnímu výzkumu je však výběr vhodných komerčních produktů velmi omezený a nedostatečný vzhledem k celosvětovému nárůstu poptávky po biopesticidech. Farmářské produkty a nové základní látky nabízejí důležitou perspektivu, při využití k ochraně před škodlivým hmyzem kvůli jejich mnohonásobným výhodám (Pavela 2016).

Botanické akaracidy jsou velmi zkoumané kvůli aktuální problematice se syntetickými akaracidy, na které jsou již škůdci rezistentní a souvisí s nimi už zmíněná environmentální a zdravotní rizika. Mezi nejčastěji využívané rostliny jako zdroj přírodních akaricidů a repelentů patří čeledi hvězdicovité (Asteraceae) (15 %), bobovité (Fabaceae) (9 %), hluchavkovité (Lamiaceae) (10 %), zederachovité (Meliaceae) (5 %), lilkovité (Solanaceae)

(6 %). Na vývoj komerčních botanických akaracidů jsou kladena přísná kritéria, proto je důležité zkoumat nové vhodné rostlinné metabolity (Benelli et al. 2016).

3.1.1.1 Akaricidní účinky rostlinných extraktů proti kleštíkovému zhojnému ve včelstvech

Celosvětový nebezpečný vnější parazit včely medonosné, kleštík zhojný (obr. 2), byl původně omezen na včelu východní (*Apis cerana*) (Rosenkranz et al. 2010; El Zalabani et al. 2012). Po přesunu do nového hostitele, včely medonosné, se v současné době považuje za hlavní hrozbu pro včelařství (El Zalabani et al. 2012).

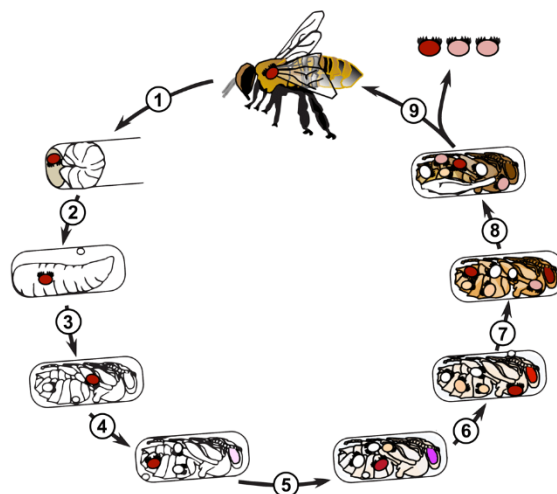
Včela medonosná (*Apis mellifera*) je ze všech druhů včel nejvíce hospodářsky využívána (Smrčka 2018). Řadí se do řádu blanokřídlí (Hymenoptera), čeledi včelovití (Apidea), rodu včela (*Apis*) (Zicha 2005).

Roztoč **kleštíka zhojného** (*Varroa destructor*) zařazujeme do řádu čmelíkovci (Mesostigmata), čeledi kleštíkovití (Varroidae) a rodu kleštici (*Varroa*) (Zicha 2005).



Obrázek č. 2 *Varroa destructor* parazitující na včele – Available from www.geneticliteracyproject.org (accessed February)

Životní cyklus *Varroa destructor* (obr. 3) je dobře synchronizován s životním cyklem včel a může být obecně rozdělen do dvou hlavních fází. Foretická (nereprodukční) fáze, v níž *Varroa destructor* parazituje na dospělé včele a reprodukční fáze, při které se *Varroa destructor* reprodukuje uvnitř. Foretického roztoče přenáší včela na jiný úl nebo dělnice do včelí buňky. Vstup oplodněné samičky *Varroa destructor* do buňky je synchronizován s vývojevou fází larvy a dochází k němu krátce před uzavřením buňky (Eliash et al. 2018).



Obrázek č. 3 Životní cyklus *Varroa destructor* - Available from www.millerbeesupply.com (accessed February 2019)

Žádný jiný patogen neměl tak srovnatelný dopad na včelařství v průběhu dlouhé historie jako roztoč *Varroa destructor*. Jelikož je *Varroa destructor* poměrně nový parazit včely medonosné, chybí vyrovnaný vztah mezi hostitelem a parazitem. Včelaři nemají dlouhodobé zkušenosti s tímto škůdcem a v krátké době se rozšířil téměř po celém světě. Bez pravidelného ošetření by se většina včelích kolonií v mírných klimatech zhroutila během 2-3 let. Pravidelná ošetření zvyšují náklady na včelařství, riziko chemických reziduí v produktech včel (Rosenkranz et al 2010), zejména vosku a medu, a rozvoj rezistence a snížení jejich účinnosti. Navíc akaricidní chemikálie mají řadu nepříznivých účinků na životní prostředí (El Zalabani et al. 2012). Roztoč *Varroa destructor* je považován za rozhodující faktor v klesajícím počtu včelařů a včelích kolonií v Evropě (Rosenkranz et al. 2010). Nemoc způsobená roztočem se nazývá varoáza. *Varroa destructor* poškozují larvy i dospělce včel (El Zalabani et al. 2012). Spíše externě tráví a konzumuje tukové tkáňové tělo než krev (Ramsey et al. 2019). Závažné napadení roztočem může vést ke smrti celé včelí kolonie. Proto je potřebné hledat nové a bezpečné akaracidy pro medonosné včely s novým či odlišným způsobem účinku, anebo se zvýšenou účinností proti roztočům *Varroa destructor* (El Zalabani et al. 2012).

Byly nalezeny produkty rostlinných výtažků eventuálně esenciálních olejů pro napadená včelstva, které jsou schopné udržovat úroveň napadení roztočem tak, aby nedošlo k ekonomickým ztrátám. Účinnost se prokázala u esenciálních olejů tymiánu a šalvěje při nízkém zamoření roztočů ve včelstvu. Kromě již zmíněných byla přidělena vysoká akaricidní účinnost několika rostlinným extraktům, a to především ze středomořských druhů rostlin z čeledi zederachovité (Meliaceae), jako je například *Azadirachta indica*, kterou můžeme znát pod názvem Neem či Nimba strom a některé členy rodu *Swietenia* (El Zalabani et al. 2012).

Svietenie mahagonová (*Swietenia mahagoni*) je listnatý opadavý strom, jenž může být až 30 m vysoký. Rostlina vlhkých tropů se nachází ve výškách od 50 do 1500 m. Nejlépe roste v oblastech, kde jsou každodenní teploty v mezi 24-32 ° C, však mohou tolerovat rozmezí 16-36 ° C. Preferuje průměrné roční srážky v rozmezí 1 000-2 000 mm. Nejlepší vývoj stromů byl zaznamenán v oblastech s nižším srážecím rozpětím 1 000 až 1 500 mm, v lokalitách nedaleko. Rostlině se nejlépe daří na hluboké, bohaté půdě, nejvhodnější jsou dobře odvodněné písčité půdy. Plodí krátce před deštivým obdobím. Pěstuje se jako okrasný strom v různých částech Indie (Fern 2019). Výtažky pocházející z kůry a semen svietenie mahagonové ukázaly insekticidní účinek proti některým druhům hmyzu a byly zjevně netoxické pro člověka (El Zalabani et al. 2012).

Svietenie veľkolistá (*Swietenia macrophylla*) (obr. 4), pomalu rostoucí strom, obvykle dosahuje výšky 30-40 m, za příznivých podmínek až 60 m. Tato rostlina mokřích tropů se nachází v nadmořské výšce až 1500 m. Nejlépe roste v oblastech, kde jsou denní teploty v rozmezí 20-30 ° C, snáší 11-39 ° C. Upřednostňuje průměrné roční srážky v rozmezí 2 000-4 000 mm. Nejvíce prosperuje na dobře odvodněných, úrodných lokalitách se středními až těžkými půdami. Nejčastěji se pěstuje na plantážích v mnoha částech tropů (Fern 2019).

Svietenie mahagonová a veľkolistá jsou klasifikovány dle červeného seznamu ohrožených druhů Mezinárodní svazu ochrany přírody (IUCN) jako ohrožené (Fern 2019). Obě rostliny obsahují limonoidy. Kromě akaracidní aktivity jsou prokazatelnými antivirovými činidly a byla u nich i potvrzena protizánětlivá, antioxidační, antibakteriální, antifungální, významná antidiabetická aktivita a u některých původců prokázaly dokonce antimalariální účinky (Moghadamtousi et al. 2013).



Obrázek č. 4 *Swietenia macrophylla* – Available from www.nurserylive.com (accessed February 2019)

El Zalabani et al. (2012) testovali akaricidní aktivitu 90% ethanolových výtažků z listů a kůry kmene svietenie mahagonové a svietenie veľkolisté pro ekologickou kontrolu roztočů *Varroa destructor*. Zjistili, že akaricidní účinek založený na mortalitě a padesáti procentní letální koncentraci všech testovaných extraktů proti roztočům *Varroa destructor* byl koncentračně a časově závislý. Akaricidní účinek byl nejméně průkazný pro extrakt z kůry svietenie veľkolisté v koncentraci 500 ppm po 48 hodinách. Míra zamoření v % po ošetření různými extrakty je znázorněna v tabulce č. 1, pro porovnání využili referenční lék Mítac (20%, 60 mg / včelstvo).

Tabulka č. 1 – Procentuální zamoření *Varroa destructor* po ošetření různými extrakty a přípravkem Mítac

Extrakt	% zamoření po ošetření při koncentraci 500 ppm po 12 dnech
Svietenie mahagonová - listy	0,00 %
Svietenie mahagonová - kůra	0,11 %
Svietenie veľkolistá - listy	2,41 %
Svietenie veľkolistá - kůra	1,08 %
Mítac	0,79 %

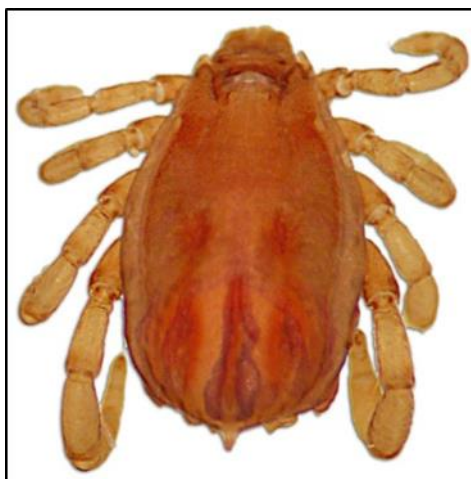
Největší snížení bylo pozorováno u extraktu z listů svietenie mahagonové následovaného kůrou svietenie mahagonové, takže jsou toxičtější pro *Varroa destructor* než lék Mítac. Všechny testované extrakty vykazovaly nízký nebo žádný účinek na včely v různých koncentracích a biotestech. Studie El Zalabani et al. (2012) naznačila, že použití přírodních rostlinných výtažků nebo jejich produktů jako ekologicky šetrných biologicky odbouratelných látek, by mohlo mít velký vliv na roztoče *Varroa destructor*.

Přírodní produkty, jako jsou esenciální oleje a methanolové extrakty, nabízejí žádoucí alternativu k syntetickým výrobkům (Eischen & Vergara 2004). Thymol, mentol a další rostlinné přípravky ukázaly slibné výsledky pro kontrolu roztočů ve včelstvech a různé komerční produkty byly vyvinuty právě na bázi thymolu nebo v kombinaci s jinými přírodními produkty (Singh 2014). Tymián, máta, citrónová šťáva, kafr, eukalyptové esenciální oleje a dým z tabáku byli při výzkumech účinné proti roztoči *Varroa destructor* s nízkým nebo žádným dopadem na včely (Razavi et al. 2015).

3.1.1.2 Akaricidní účinky rostlinných extraktů proti klíšťatům skotu

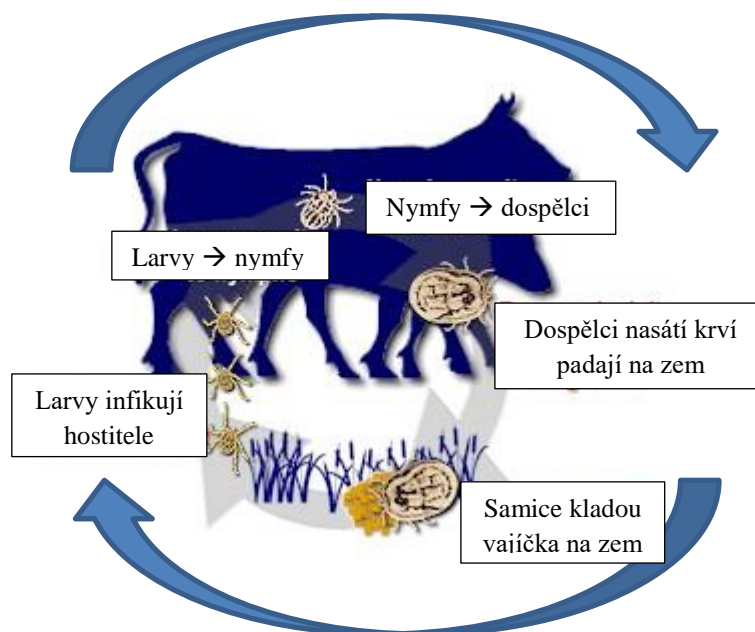
Choroby přenášené klíšťaty mají velký hospodářský dopad na živočišnou výrobu (Quiroz-Castañeda et al. 2016). Klíšťata a klíšťové onemocnění skotu představují vážné ohrožení mlékárenského průmyslu a způsobují významné snížení zisku v důsledku snížení množství mléka v laktaci (Shyma et al. 2014). Většina chovatelů dobytka se spoléhá výhradně na akaricidy proti klíšťatům ve formě kapiček, sprejů nebo výpalků. Nejčastěji chemické používané akaricidy proti klíšťatům jsou amitraz (amidin), coumaphos (organofosfát) a cypermetrin (pyrethroid) (Knolhoff & Onstad 2014).

Piják tropický (*Rhipicephalus microplus*) (obr. 5) patří do řádu klíšťata (Ixodida), čeledi Amblyommidae a rodu *Rhipicephalus* (Zicha 2013). Náleží mezi nejrozšířenější klíšťata a vykonává funkci hlavního vektora ekonomicky významných patogenů jako *Babesia bigemina* a *Anaplasma marginale* (Shyma et al. 2014).



Obrázek č. 5 *Rhipicephalus microplus* – Available from www.afrivip.org (accessed February 2019)

Klíšťata skotu jsou klíšťata s jedním hostitelem, což znamená, že na jednom hostiteli dokončí parazitická stádia (obr. 6). Tyto klíšťata jsou volně žijící pouze od okamžiku, kdy se samice spustí z hostitele, aby nakladla vajíčka a dokud nově vylíhnuté larvy nenajdou jiného hostitele. Je pravděpodobné, že na hostiteli bude ve stejnou chvíli několik vývojových stupňů klíšťat (Knolhoff & Onstad 2014).



Obrázek č. 6 Životní cyklus klíštěte - Available from www.parasitipedia.net (accessed February 2019)

Babeziósa skotu, jejíž hlavními přenašeči jsou výtrusovci *Babesia bigemina* a *Babesia bovis*, se považuje za velmi rozšířenou nemoc v severní a jižní Ameriky, jižní Evropě, Africe, Asii a Austrálii (Battsetsega et al. 2018, Garry 2008). U skotu může parazit způsobit masivní destrukci červených krvinek, což vede ke vzniku těžké anémie a hemoglobinurie. Parazit pravděpodobně způsobuje klinické onemocnění u skotu staršího 6 měsíců, neboť se předpokládá, že telata mají získanou pasivní imunitu z kolostra, která je chrání před infekcí do 6-9 měsíců věku (Garry 2008).

Anaplasma marginale způsobuje nejzávažnější rickettsiální onemocnění u skotu, infekční anaplasmózu skotu, vyskytující se převážně v Asii, Austrálii, Latinské Americe a Africe (Quiroz-Castañeda et al. 2016). Rickettsie jsou obligátní intracelulární organismy, mezi jejichž predilekční místa patří buňky cév, makrofágy, lymfocyty a granulocyty (Hulínská 2008). Anaplasmózu charakterizuje progresivní hemolytická anémie, potraty, snížená produkce mléka a smrt. Klinické onemocnění se nejvíce projevuje u skotu, ale mohou být nakaženi i jiní přežvýkavci, například buvolí, bizoni, africké antilopy a některé druhy jelenů (Quiroz-Castañeda et al. 2016).

Epidemiologie zamoření klíšťat a jejich vektorový potenciál se pravděpodobně změní s měnícími se podmínkami prostředí v důsledku globálního oteplování. Kontrola zamoření klíšťaty je považována za hlavní faktor pro udržitelnou živočišnou výrobu na celém světě. Důraz by měl být kladen na spolehlivou směs proti klíšťatům, která bude účinná proti všem stádiím klíšťat a nebude negativně ovlivňovat životní prostředí. Proto sloučeniny rostlinného

původu představují důležitý prvek kontroly proti klíšťatům u hospodářských zvířat. Vzhledem k výše uvedeným skutečnostem byla provedena studie k vyhodnocení potenciálu surových výtažků česneku (*Allium sativum*), semen papáji (*Carica papaya*), listů durmanu obecného (*Datura stramonium*), listů neem (*Azadirachta indica*) a kalotropových listů (*Calotropis procera*) jako bylinný akaricid proti pijákovi tropickému (Shyma et al. 2014).

Česnek (*Allium sativum*), čeleď amarylkovité (Amaryllidaceae), pochází z Asie a byl známý již ve starém Egyptě i Africe (Davies 2015). Česnek je bylinnou dorůstající do výšky 35 až 80 cm. Pěstuje se jako vytrvalá rostlina, která se vysazuje do záhonů na jaře nebo na podzim. Růst trvá zhruba 90-180 dní. Česnek byl původně rostlinou teplých a mírných oblastí. Pro růst je vhodná slunečná poloha, poměrně hluboká, vlhká, ale dobře odvodněná půda s pH 6- 6,6. Rostlina se může pěstovat i v tropických oblastech, avšak pouze v nadmořských výškách nad 500 metrů. Nejlépe však roste v oblastech, kde jsou každodenní teploty v rozmezí 18-30 ° C s tolerancí -10–35 ° C. Preferuje průměrné roční srážky v rozmezí 750–1600 mm. Výnosy se pohybují v rozmezí 5–10 t / ha (Fern 2019). Česnek je široce používán jako koření k ochucení, jako potraviny a tradičně k v léčbě chorob souvisejících s bakteriemi. Obsahuje aromatické sloučeniny síry, což přispívá k jeho silnému zápachu a chuti. Allicin, obsažen v česneku, je klíčovou složkou způsobující antimikrobiální aktivitu a dává mu charakteristický zápach. Bylo zjištěno, že Allicin je účinný proti plísním, bakteriím, virům a vnějším i vnitřním parazitům (Johnson et al. 2016).

Papája (*Carica papaya*) z čeledi papájovité (Caricaceae) se pěstuje především v tropických a subtropických oblastech po celém světě (Ezzat et al. 2018). Vyhovují jí denní teploty v rozmezí 12-44 °C. Nízké teploty způsobují menší velikost a nízkou kvalitu plodu. Upřednostňuje klima s dobře rozloženými dešťovými srážkami mezi 1000-3000 mm. Nejlépe roste na slunečné poloze v hluboké půdě bohaté na humus, při pH v rozhraní 4,5 - 8. Výnosy čerstvého ovoce jsou okolo 22-56 tun / ha (Fern 2019). Její plody mají vynikající chuť, nutriční hodnotu a zažívací účinky, příznivé účinky na zdraví, jako jsou protirakovinné a protizánětlivé, antioxidační a antimikrobiální vlastnosti. Všechny vlastnosti jsou ovlivněny přítomností karatenoidů, fenolových kyselin, flavonoidu a vitamínu C (Ezzat et al. 2018).

Durman obecný (*Datura stramonium*), čeleď lilkovité (Solanaceae), patří mezi rostliny s antiparazitárními vlastnostmi, které jsou známé jako tradiční přírodní odčervovače“ (Junkuszew at al. 2015). Nejčastěji se vyskytuje v mírné a subtropické oblasti, v České republice nejčastěji v Polabské nížině a na jižní Moravě. Tato bylina dorůstá až 60-120 cm, listy má vejčité, květy ve tvaru trubky jsou bílé nebo fialové (Mikulka 2011; Sayyed & Shah 2014). Nejčastěji osidluje půdy bohaté na dusík. Je vědecky dokázáno,

že obsahuje alkaloidy, taniny, karbohydráty, bílkoviny, steroidy, alkaloidy, flavonoidy, fenoly a glykosidy (Soni et al. 2012; Sayyed & Shah 2014). Alkaloidy obsažené v celé rostlině, zejména hyoscyamin a hyoscine, jsou při požití jedovaté, avšak malé dávky listů jsou výborným a mocným lékem (Hoskovec 2015; Petruzzello 2015). Poměr hyoscyaminu je dán stupněm vývoje rostliny a od toho se odvíjí doba sklizně (Fern 2019). Před použitím je nutno pečlivě zvážit toxicitu rostliny (Soni et al. 2012)

Nimba (*Azadirachta indica*) (obr. 7), známý také pod názvem neem, je rychle rostoucí strom vysoký až 15 m (Petruzzello 2018). Roste v tropických oblastech se sezónním střídáním období dešťů a sucha, kde je roční úhrn srážek 400-1200 mm a denní teploty 14-46°C. Na půdu je strom poměrně nenáročný, roste na mělkých půdách se zásaditým podkladem (Grulich 2015; Fern 2019). Primární insekticidní složkou je azadirachtin, který snižuje plodnost škůdce (Petruzzello 2018). Stejně jako durman obecný mohou mít neemové extrakty toxické účinky nejen na hmyz (Fern 2019). Kalakumar et al. (2000) vyhodnotili účinek neemového oleje a ukázali 60-75% účinnost proti buvolímu klíšťatům, ale neinhibovali vylučování oocyt u samic klíšťat. Obecně je obtížné určit přesnost účinků různých druhů neemových extraktů na kontrolu škůdců, neboť složitost sloučenin a jejich různé způsoby působení ztěžují rozlišení mechanismů (Mossini & Kimmelmeier 2005).



Obrázek č. 7 *Azadirachta indica* – Available from www.herbalcode.com (accessed February 2019)

Sodomské jablko (*Calotropis procera*) (obr. 8), čeledi toješťovitě (Apocynaceae J.), je středně velký strom pocházející z afro-asijských oblastí. Dosahuje výšky 2,5-6 m. Oblast naznačuje, že preferuje písčité půdy a polosuché podmínky s ročními srážkami 150-1000 mm. Nejčastěji se nachází v nadmořských výškách okolo 1300 m. Na některých místech světa je považován za pastervní plevel, jinde jeho listy a květy využívají jako krmivo pro kozy, ovce,

velbloudy, ojedinele i skot. Podle podmínek prostředí se může stát rostlina jedovatou pro velká zvířata (Heuzé et al. 2016). Studie Lima et al. (2011) ukázala, že čerstvé listy mají nežádoucí srdeční a jaterní účinky u ovcí. Požití listů vedlo u ovcí k tachykardii a přechodným srdečním arytmiím. Pokud jsou krmiva nařezána a smíchána do krmiva zvířat, nebyly potvrzeny žádné toxické účinky. Krom akaracidních účinků některé studie potvrdily, že vodní extrakt ze sodomského jablka má dobrou antihelmintickou aktivitu proti nematodům a latex antikokcidní účinky (Heuzé et al. 2016).



Obrázek č. 8 *Calotropis procera* – Available from www.rostliny.info (accessed February 2019)

Ve studii Shyma et al. (2014) byl testován methanolvý extrakt z listů datury, nimby a sodomského jablka, stroužku česneku a semen papáji na akaricidní vlastnosti proti pijákovi tropickému. Test se zakládal na procentuální mortalitě dospělců do 15 dnů, reprodukčním indexu, procentní inhibici ovipozice, líhnutí vajíček a procentu larvální úmrtnosti.

Tabulka č. 2 – Účinnost působení rostlinných extraktů

	Mortalita při koncentraci 100 mg/ml	Inhibice při koncentraci 100 mg/ml	Zamezení vylučování vajíček při nižších koncentracích
Česnek	80 %	85,83 %	100 %
Papája	93,33 %	100 %	100 %
Datura	73, 33 %	77,17 %	70 %
Nimba	Nízká mortalita	20,73 %	20 %
Sodomské jablko	66,67 %	71,34 %	50 %

Výzkum Shyma et al. (2014) ukázal, že výtažky ze stroužků česneku a semen papáji mají velmi dobré akaricidní účinky a mohou být cennou součástí přípravků proti klíšťatům.

3.1.2 Účinek rostlinných extraktů na vnitřní parazity

Vnitřní parazity označujeme také jako cizopasníky, kteří parazitují uvnitř těla hostitele. Základně se dělí na střevní, krevní a tkáňové, poté také na kožní, slizniční, urogenitální. Střevní endoparazité se nacházejí v trávicím traktu hostitele a přenášejí se buď cystami (prvoci, viz *Eimeria maxima*), nebo vajíčky (helmiti). Krevní endoparaziti se vyskytují buď volně v krvi, nebo parazitují uvnitř červených krvinek. Paraziti, kteří cizopasí v různých tkáních, se označují slovním spojením tkáňoví endoparaziti. Ti se dále dělí na intracelulární a extracelulární. Intracelulární paraziti pronikají dovnitř buňky a označujeme je jako parazity vnitrobuněčné. Extracelulární paraziti se nacházejí mezi buňkami. Na povrchu buněk parazitují epicelulární tkáňoví endoparaziti (Liška et al. 2017).

Endoparazité mohou škodit hostiteli různými způsoby. Jedna z možností je odnímání živin z hostitele, a to může způsobovat vyhublost hostitele. Dalším způsobem poškozování jsou toxiny vylučované parazitem v hostiteli při látkové výměně. Působí jako nervové jedy a chrání parazity před žaludečními šťávami hostitele, když svým tlakem a ucpáním narušují funkce orgánů hostitele, tak poškozují hostitele mechanickým způsobem. V posledním případě působí paraziti traumaticky, kdy rozrušují orgány, tkáňe a tělní buňky (Jírovec & Ryšavý 1954).

Nejčastější klinický příznak při napadení cizopasníkem jsou průjem, nechutenství, nadmuté břicho a detekce červů ve výkalech (Zhai et al. 2014). Účinky parazitů na produktivitu zvířat vyplývají z mortality zvířat a snížení přírůstku živé hmotnosti (Molento 2009).

Mezi hlavní omezení intenzivního chovu zvířat patří gastrointestinální parazitismus. Výskyt parazitů u hospodářských zvířat je celoročně nejvyšší v tropických a subtropických oblastech, v mírných klimatických podmínkách k němu dochází spíše sezónně, tedy během letní pastvy (Molento 2009). Zvířata na pastvě jsou vždy vystavena vnitřním parazitům. Mláďata jsou náchylnější ke gastrointestinálním parazitům než zvířata dospělá (Haque et al. 2011). Gastrointestinální parazité způsobují ekonomické ztráty spojené s parazitárními nákazami, neboť snižují příjem krmiva, ovlivňují zdraví, rychlost růstu a vývinu zvířat, na kterých je závislá jatečná hodnota (Ndlovu et al. 2009).

K opatřením proti vnitřním parazitům zařazujeme komplexně zoohygienu zvířat a prostředí chovu, zlepšování odolnosti a imunity zvířat, zajišťovat preventivní a léčebné aplikace účinných látek proti vnitřním parazitům neboli endoparazitik (Kursa et al. 1998).

Endoparazitika jsou obvykle podávána zvířatům perorálně jako doplňkové látky v krmivech, injekčně nebo ve formě tekutých past. (Fischer et al. 2015). Podle působení látky na parazita je rozlišujeme na antiparazitika proti helmintům neboli antihelmintika (např.

benzimidazoly), antitreumatodika proti motolicím, na tasemnice působí anticestodika a kokcidiostatika účinkují proti kokcidiózám (Dubinský et al. 1993).

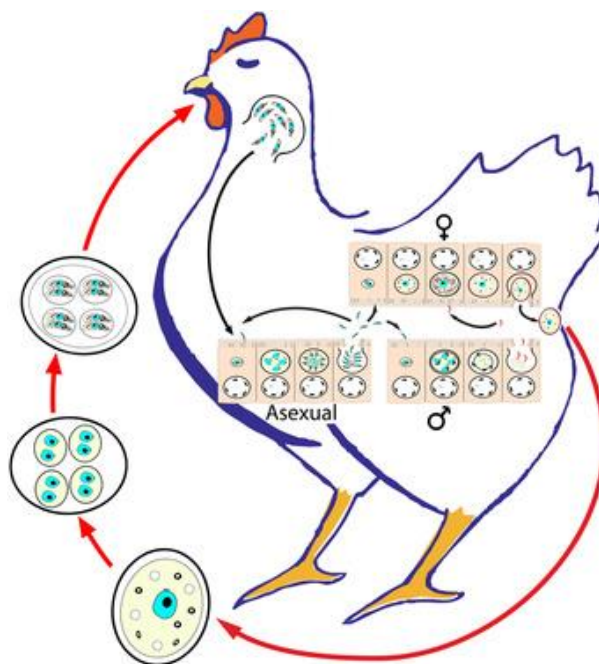
Rostlinná endoparazitika se vyskytují ve spoustě druhů rostlin na celém světě. Podle studie Junkuszewa et al. (2015) zvířata na pastvě s rostlinami s antiparazitární aktivitou projevují preferenční spotřebu rostlin obsahující antiparazitické živiny. Na stejné téma poukázali Johnson a Moore (2016), kteří uvedli, že zvířata cítí, když jsou infikováni vnitřními parazity a hledají vhodnou rostlinu pro zmírnění jejich příznaků.

3.1.2.1 Ochranné účinky rostlinných extraktů u brojlerových kuřat

Celosvětová produkce drůbeže se za posledních 20 let ztrojnásobila a množství drůbeže ve světě se odhaduje přibližně na 21 miliard, což představuje každý rok produkci 1,1 miliardy vajec a přibližně 90 milionů tun masa. Hlavním a opakujícím se problémem je kokcidióza (Blake & Tomley 2014).

Intracelulární protozoální parazité hrabavé drůbeže *Eimeria maxima* a *Eimeria tenella* patří do kmenu výtrusovci (Apicomplexa), čeledi kokcidiovití (Emiriidae) a s dalšími pěti druhy parazitů z rodu *Eimeria* způsobují jednu z ekonomicky nejzávažnějších chorob ovlivňující drůbežářský průmysl, kokcidiózu kuřat (Laštůvka et al. 1996; Prudký 2011; Yim et al. 2011). Tito paraziti jsou vysoce odolní a mohou dlouhodobě přetrvávat v životním prostředí v trusu nebo podestýlce, proto kokcidióza drůbeže poškozuje velké množství chovů drůbeže po celém světě (Blake & Tomley 2014).

Charakteristickým znakem výtrusovců jsou složité vývojové cykly s metagenézí (obr. 9) (Laštůvka et al. 1996). Požitím sporulované oocysty se podnítlí endogenní fáze životního cyklu kokcidií rodu *Eimeria*. V případě *Eimeria maxima* je stěna oocyst mechanicky narušena během průchodu v žaludku a dále se množí ve střední části tenkého střeva. Nejškodlivější pro organismus je tvorba pohlavních stádií z důvodu jejich rozměrů a umístění ve střevních klcích, kde dochází k deformaci až roztržení klku. To způsobuje následné krvácení střeva. *Eimeria tenella* je jediným druhem ptačí kokcidie, která parazituje na sliznici slepého střeva. Neinfekční neporušené oocysty podléhají sporulaci v teplém prostředí, s dostatkem kyslíku a vlhkosti, jelikož prochází sekvenčním meiotickým a mitotickým jaderným dělením, aby se staly sporulovanými infekčními oocysty (Blake & Tomley 2014; Ježková 2019).



Obrázek č. 9 Životní cyklus *Eimeria* – Available from www.cell.com (accessed February 2019)

Kokcidióza je velmi rozšířeným onemocněním nejen v užitkových chovech brojlerů. Kokcidie rodů *Eimeria* infikují části střev a způsobují poškození buněk střevního epitelu. Poškození buněk střevního epitelu vede k narušení absorpce živin (Evonik Nutrition & Care GmbH 2019). Inkubační doba ptačích kokcidióz je 4-7 dní, k úhynu dochází 7-14 dní po infekci. Nejcitlivější jsou mláďata, u kterých má onemocnění letální průběh. Pokud nemoc prodělá dospělý jedinec, získává imunitu, ale zůstává přenašečem kokcidióz. Parazit se diagnostikuje vyšetřením trusu hostitele, ze kterého je stanoveno množství oocyst (Laštůvka et al. 1996). V produkci drůbeže je kokcidióza převážně řešena podáváním antikokcidiálních léků v krmivech nebo ve vodě či vakcínami za použití živých rodů *Eimeria* a antibiotik pro kontrolu patogenních bakterií a prevenci dalšího rozvoje střevních onemocnění (Yim et al. 2011; Evonik Nutrition & Care GmbH 2019).

Vzhledem k tomu, že v populacích komerčních hejn drůbeže se objevují rody *Eimeria* rezistentní vůči antikokcidiálním lékům a rostou obavy veřejnosti z reziduí léčiv v mase, jsou naléhavě nutné alternativní léčby (Yim et al. 2011). Proto bylo provedeno několik studií zaměřených na identifikaci rostlinných doplňků do krmných dávek drůbeže pro kontrolu infekcí *Eimeria*. Yim et al. (2011) zkoumal rostlinu aloe pravou (*Aloe vera*) jako výživový doplněk ke kontrole infekcí *Eimeria maxima*. Zhang et al. (2012) zhodnotil využití z rostlinného extraktu *Dichroa febrifuga* proti *Eimeria tenella*. Dalším výzkum provedl Kim et al. (2013), který se zaměřil na rostlinné výtažky z kurkumy (*Curcuma longa*) ke kontrole infekce *Eimeria*

maxima a *Eimeria tenella*. Kaingu et al. (2017) se věnoval výtěžkům z listů *Aloe secundiflora* a účinkům na *Eimeria tenella*.

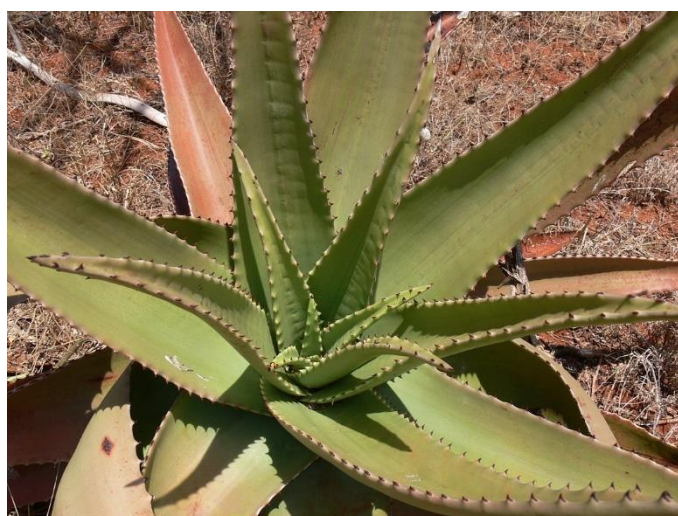
Aloe pravá (*Aloe vera*) se běžně používá více než 2000 let jako léčivá rostlina původem z Arábie. Stejně jako další rostliny z rodu *Aloe* ji zařazujeme do čeledi asfodelovitě (Asphodelaceae). Aloe je drobná kaktusovitá tropická rostlina, má světlezelené dužinaté listy se zubatým okrajem, dorůstá do výšky cca 60 cm. Rostlina rychle roste v horkém suchém klimatu a je široce rozšířená v Africe, Asii a dalších tropických oblastech. Vhodné denní teploty by měly být okolo 15-30 °C, ale zvládnou i krátkodobé mrazy. V zimních měsících se dostává do dormance a využívá při ní minimum vody. Preferuje průměrné roční srážky 1500-3500 mm. Příhodná pro její růst je světelná poloha s dobře odvodněnou písčnou bohatou půdou s ideálním pH mezi 6-8. Přibližně 99-99,5 % rostliny *Aloe vera* se skládá z vody, zbývající 0,5-1 % rostlin se skládá z pevných složek, které obsahují více než 75 biologicky aktivních sloučenin. O těchto sloučeninách je známo, že mají širokou škálu farmakologických účinků, včetně hojení ran, protizánětlivých, anti-artritických, antioxidačních, antidiabetických a anti-tumorigenních účinků. Navíc je známo, že rostlina *Aloe vera* má antimikrobiální vlastnosti, včetně antibakteriálních, antifungálních, antivirových a antiparazitických vlastností (Mañas 2005; Jančovičová 2006; Yim et al. 2011; Fern 2019). Zatímco listový gel je zcela bezpečný, hořké alkaloidy nacházející se bázi listů obsahují antrachinony, které mohou přebytku způsobit problémy vnitřním orgánům (Fern 2019).

***Dichroa febrifuga* Lour.**, čínská léčivá bylina známá také pod názvem Cháng Shān, pochází z Asie. Stále zelený 1-2 m vysoký keř s eliptickými nebo kopinatými listy s trichomy roste v nejčastěji v lese v nadmořské výšce 900-2400 m. Květy jsou bílé až jasně modré a souvisí s kyselostí půdy. Jeho listy a kořeny syntetizují hořký alkaloid febrifugin. Febrifugin je antikokcidní léčivo schválené Evropskou unií a americkou agenturou pro kontrolu potravin a léčiv, avšak je relativně toxický pro savce a ptáky. Byla již používána po tisíciletí v Číně proti malárii, ale o její antikokcidní aktivitě je zatím málo studií (Zhang et al. 2012; Chvapilová 2014).

Kurkuma (*Curcuma longa*) je bylinná, vytrvalá rostlina pocházející z Asie, nyní pěstována v tropických a subtropických oblastech. Bylina vlhkých tropů se většinou nachází v nadmořské výšce 2000 m v úrodné, odvodněné a stinné poloze, kde se teploty pohybují okolo 20-30 °C s ročními srážkami okolo 1000-2000 mm a půdním pH 6-7. V Indii se rostlina vysazuje těsně před obdobím dešťů. Při dobře zavlažované půdě mohou mít výnosy až 17-25 t/ha (Fern 2019). Kurkuma obsahuje fytochemické sloučeniny, které vykazují celou řadu farmakologických vlastností, včetně těch, které působí proti nádorovým buňkám,

hormonálním poruchám, zánětu, bakteriální infekci, oxidativnímu stresu a parazitoze. Hlavní účinnou složkou kurkumy je kurkumin, lipofilní polyfenol, který je poměrně stabilní v kyselém pH žaludku. Byla dokumentována antiparazitická aktivita kurkuminu proti *Leishmanii*, *Trypanosoma*, *Giardia*, *Schistosoma* a *Plasmodium* (Kim et al. 2013).

Aloe secundiflora (obr. 10), široce distribuovaná a rozšířená rostlina ze suchých částí Afriky, Asie a dalších tropických oblastí, je stejně využívaná léčivá rostlina jako *Aloe vera* více než 2000 let. Na rozdíl od *Aloe vera* není tolerantní k mrazům a dává přednost teplým a slunečným pozicím. Jsou jí přiřazovány antimikrobiální účinky a byla odhalena přítomnost terpenoidů, flavonoidů a tříslovin (Kaingu et al. 2017; Fern 2019).



Obrázek č. 10 *Aloe secundiflora* – Available from www.palkowitschia.cz (accessed February 2019)

Ve studii Yim et al. (2011) se vyhodnotily příznivé účinky krmiv založené na *Aloe vera* u kuřat brojlerů infikovaných *Eimeria maxima*. Pro měření antikokcidních účinků hodnotili množství oocyst v trusu, skóre intestinálních lézí, průměrný denní přírůstek tělesné hmotnosti drůbeže a reakce protilátek. Kuřata byla krmena pravidelně krmnou směsí s mletou rostlinou *Aloe vera* po celou dobu výzkumu.

Tabulka č. 3 – Přídavky *Aloe vera* v krmných směsích

Množství přídavku <i>Aloe vera</i> v krmné směsi kuřecích brojlerů	% snížení množství oocyst v trusu drůbeže
0,1 %	30,6 %
0,3 %	33,7 %
0,5 %	42,8 %

Nebyly zjištěny žádné významné rozdíly v přírůstku živé hmotnosti mezi skupinami s krmnou směsí s obsahem *Aloe vera* a skupinou s krmnou směsí bez supplementu. Vylučování fekálních oocyst v trusu se významně snížilo u všech léčených skupin, které byly doplněny *Aloe vera*

ve srovnání s nesuplementovanou skupinou. Kromě toho skupina s přísadou *Aloe vera* vykazovala významně méně intestinálních lézí než nesuplementovaná skupina po infekci. Lze říct, že *Aloe vera* je vhodná k využití proti kokcídii *Eimeria maxima*.

Následně Zhang et al. (2012) vyhodnocovali antikocidiální účinnost rostlinného extraktu z *Dechroa febrifuga* Lour. u drůbeže infikované *Eimeria tenella*. Zaznamenávali krvavé průjmy, počty oocyst, skóre střevní léze a tělesnou hmotnost, aby se vyhodnotila antikocidiální účinnost extraktu oproti diclazurilu (chemické léčivo).

Tabulka č. 4 – Přídavky *Dechroa febrifuga* a diclazurilu v krmných směsích a jejich účinnost v porovnání s neléčenými zvířaty

Přídavek	Účinnost
20 mg extraktu / kg krmiva	<u>Snížení</u> krvavého průjmu, vylučování oocyst, střevní lézi <u>Zvýšení</u> tělesné hmotnosti
40 mg extraktu / kg krmiva	Nízká celková účinnost
2 mg diclazuril / kg krmiva	Nejvyšší celková účinnost

Zjistili, že nejvíce účinný byl extrakt 20 mg/kg krmiva, který může významně zvýšit nárůst tělesné hmotnosti a snížit krvavý průjem, skóre lézí a vylučování oocyst ve srovnání s kontrolní skupinou infikovaných neléčených zvířat. Nežádoucí účinky u přídavku s 40 mg *Dechroa febrifuga* / kg krmiva byly nejspíš způsobeny zvýšeným množstvím toxického febrifuginu.

V další studii Kim et al. (2013) posuzovali odpovědi organismu na infekce *Eimeria maxima* a *Eimeria tenella* u komerčních brojlerových kuřat při zkrmování organického lyofilizovaného extraktu 35 g kurkumy (90%) / kg krmení. Hodnotili denní přírůstek, exkreci fekálních oocyst a střevní lézi.

Tabulka č. 5 – Znázornění reakce na infekce při zkrmování extraktu z *Curcuma longa* ve srovnání s neléčenými zvířaty

Infekce	Účinnost
<i>Eimeria maxima</i>	<u>Snížení</u> střevní léze <u>Zvýšení</u> tělesné hmotnosti <u>Neovlivněno</u> vylučování oocyst
<i>Eimeria tenella</i>	<u>Snížené</u> vylučování oocyst <u>Zvýšení</u> tělesné hmotnosti

Výzkum ukázal, že účinek zkrmování kurkumy závisí na druhu *Eimeria*.

Kaingu et al. (2017) testovali účinnost surového extraktu z listu *Aloe secundiflora* na kuřecích brojlerech infikovaných *Eimeria tenella*. Účinky extraktu na *Eimeria tenella* infekce hodnotili podle závažnosti krvavého průjmu, denního přírůstku, výtěžku oocyst a střevní léze.

Tabulka č. 6 – Přídavky *Aloe secundiflora* v krmných dávkách a účinnost v porovnání s neléčenými zvířaty

Přídavek	Účinnost
100 mg extraktu / den	<u>Snížení</u> krvavého průjmu, vylučování oocyst o 12,54 % <u>Zvýšení</u> tělesné hmotnosti
250 mg extraktu / den	<u>Snížení</u> krvavého průjmu, vylučování oocyst o 35,83 % <u>Zvýšení</u> tělesné hmotnosti
500 mg extraktu / den	<u>Snížení</u> krvavého průjmu, vylučování oocyst o 46,88 % <u>Zvýšení</u> tělesné hmotnosti

Účinky extraktu listu *Aloe secundiflora* na infekci *Eimeria tenella* jsou spojeny s přímými antiparazitickými aktivitami nebo nepřímými účinky, které mohou zvýšit odolnost hostitele. Extrakt z listů může zasahovat i v kritických fázích *Eimeria tenella*, čímž se sníží krvácení, střevní léze a vylučování oocyst. Extrakt z *Aloe secundiflora* představuje alternativní antikokcidiální látku pro kontrolu ptačí kokcidiózy. Znamky infekce byly zmírněny doplňováním do krmných dávek drůbeže.

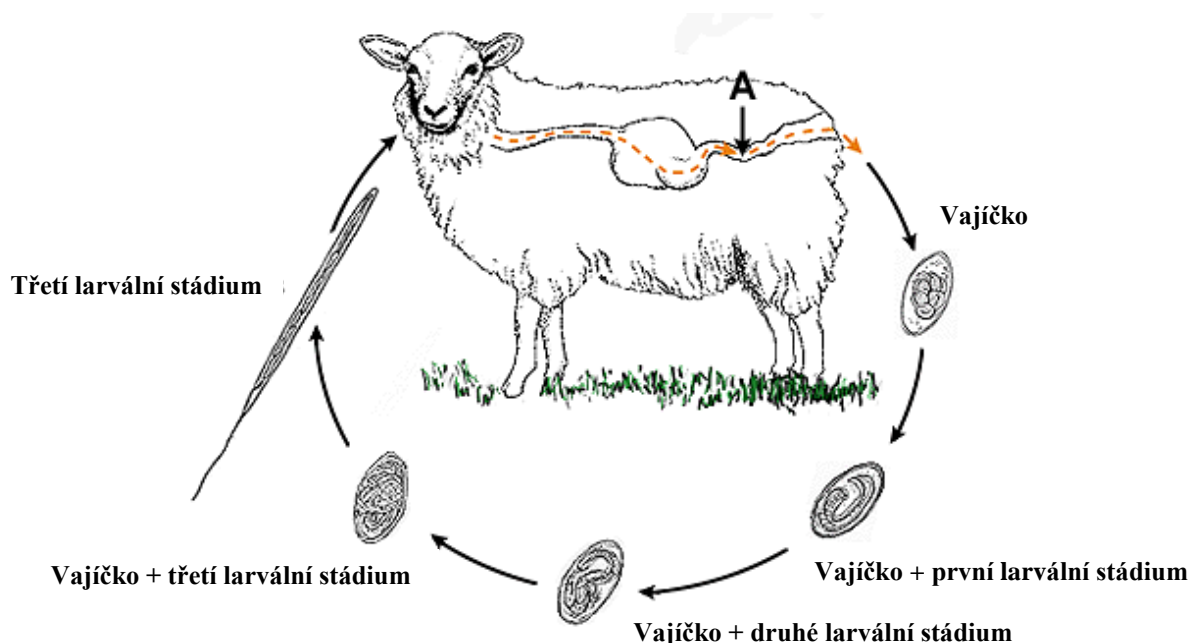
3.1.2.2 Antihelmintické účinky rostlinných extraktů u malých přežvýkavců

Vlasovka slezová je krvesající abomasální hlístice malých přežvýkavců, který je zodpovědný za velké ztráty producentů po celém světě (Squires et al. 2011). Navzdory celkovému pokroku jsou gastrointestinální parazity u malých přežvýkavců jednou z nejzávažnějších příčin subklinických chorob, špatné produkce a ekonomické ztráty (Ferreira et al. 2013).

Vlasovka slezová (*Haemonchus contortus*) má tenké, 0,5-10 cm dlouhé tělo a způsobem vývoje je řadíme mezi geohelmintry. Vlasovka slezová cizopasí v žaludku přežvýkavců. Do vnějšího prostředí se dostávají v trusu nebo hlenu hostitele jako vajíčka nebo larvy (Laštůvka et al. 1996). U malých přežvýkavců vyvolává akutní onemocnění. Tento druh

je známý vysokou patogenitou (Angulo-Cubillán et al. 2010). Jedná se o jednu z nejzávažnějších hlístic mezi gastrointestinálními parazity koz a ovcí, neboť se živí krví hostitele, tím pádem způsobuje ztrátu bílkovin v krevní plazmě a těžkou anemii (Kamaraj et al. 2011).

Vývojový cyklus je přímý bez mezihostitele. Dospělci žijí ve slezu přežvýkavců a živí se krví hostitele. Vajíčka se spolu s výkaly dostávají do vnějšího prostředí, kde se za ideálních teplot přemění do prvního larválního stádia. Poté postupně prochází dalšíma dvěma larválními stádii a následně jej pozře zvíře při pasení. Larva parazita putuje do slezu, tam se provrtává do sliznice a dostává se do čtvrtého vývojového stádia, po kterém stává pohlavně dospělým parazitem (obr. 11) (Waller et al. 2005; Ježková 2019).



Obrázek č. 11 Vývojový cyklus vlasovky slezové – Available from www.cal.vet.upenn.edu (accessed March 2019)

Studie Kamaraj et al. (2011) vyhodnocovala potenciální antihelmintickou aktivitu extraktů z ethylacetátu, acetonu a methanolu z pěti rostlin *in vitro* za využití vajíček a larev vlasovky slezové. Jednalo se o extrakty z listů pravěnky latnaté (*Andrographis paniculata*), *Anisomeles malabarica*, kůry anone šupinaté (*Annona squamosa*), listy durmanu metelového (*Datura metel*) a semen *Solanum Torvum Swartz*. Další výzkum na rostlinný extrakt účinný proti vlasovce slezové prováděl Ferreira et al. (2013), který si pro svou studii vybral anone ostnitou (*Annona muricata*).

Pravénka latnatá (*Andrographis paniculata*) z čeledi paznehtníkovité (Acanthaceae), je vytrvalá bylina pocházející z Indie a Srí Lanky. Roste víceméně na všech běžných místech

v tropických oblastech, na svazích, pláních a pobřežích, na slunečné i stinné pozici v nadmořské výšce 1600 m. Jedná se o malý keř dorůstající se 80 cm. Vyhovující denní teploty jsou okolo 20-30 °C a průměrné roční srážky zhruba 2000-3000 mm. Je velmi jednoduchou rostlinou na pěstování (Chvapilová 2014; Fern 2019). Má širokou škálu farmakologických účinků. Účinkuje protizánětlivě, antioxidačně a dříve byla využita pro léčbu malárie. Její primární léčivou složkou je andrografolid (Roy et al. 2009; Chvapilová 2014).

Anisomeles malabarica (obr. 12) patřící do řádu hluchavkotvaré se stejně jako pravénka latnatá vyskytuje v jižní Asii, kde jí vyhovuje typické tropické počasí s obdobím dešťů a sucha. Lze ji většinou spatřit na písčitých půdách a na skládkách v nízké nadmořské výšce (Fern 2019). *Anisomeles malabarica* byla používána jako léčivá rostlina na léčbu amentia, anorexie, horečky, otoky a revmatismus. Přiřazují se jí protirakovinové, antialergické, antiafylaktické, antibakteriální, antikarcinogenní a protizánětlivé účinky. Analýza etanolových a dietyléterových extraktů odhalila přítomnost alkaloidů, flavonoidů, taninů, safoninů a glykosidů (Kavitha et al. 2012).



Obrázek č. 12 *Anisomeles malabarica* – Available from www.1.bp.blogspot.com (accessed March 2019)

Anone šupinatá (*Annona squamosa* L.), někdy nazývaná cukrové jablko, je malý, pomalu rostoucí tropický strom. Pochází stejně jako anone ostnitá z čeledi láhevnikovité (Annonaceae). Na rozdíl od anone ostnité mají plody segmentovanou kůru, která lze oddělit při plné zralosti plodu. Pro svůj růst preferuje vysoké pozice až 2000 m nad mořem, průměrné roční teploty okolo 41 °C a roční srážky zhruba 700 mm. Stromu vyhovují vlhké, písčité až kamenité půdy s pH okolo 6-8. Anone šupinaté jsou přičítány antirevmatické a protinádorové účinky

(Petruzzello 2016; Fern 2019). Krom toho, nezralé plody již prokázali insekticidní a akarcidní vlastnosti, neboť rostlina obsahuje insekticidní acetogin. Několik studií také potvrdilo antimalární a trypanocidní působení této rostliny (Johns et al. 2011; Madhumitha et al. 2012; Meira et al. 2013).

Durman metelový (*Datura metel* L.) pravděpodobně pochází z Karibských ostrovů, nicméně je nyní velmi rozšířen v Asii, kam byl nejpravděpodobněji zavlečen. Upřednostňuje písčité až vápencové půdy a stín. V některých státech patří mezi zakázané rostliny, neboť patří mezi silná narkotika. Díky této vlastnosti však patří mezi léčivé rostliny, jelikož při nízkých dávkách zmírňuje bolesti. Ve vyšších dávkách může být i toxický. Takové účinky způsobují alkaloidy hyoscyamin, hyoscine a především atropin (Grulich 2015; Fern 2019).

***Solanum torvum* Swartz.** patří do čeledi lilkovité (Solanaceae). Rostlina původem z Jižní Ameriky roste až 1600-2000 m nad mořem ve vlhkých lesích, lesních lemech a nemálo v křovinách. Plody jsou jedlé a běžně dostupné na trzích. Ideální denní teploty pro její růst by se měly pohybovat mezi 12-39 °C, s ročními srážkami mezi 7000-4200 mm, což poukazuje na preferenci růstu ve vlhkých a úrodných půdách na slunečních i stinných místech. Množství metabolitů rostlin ukázalo, že obsahují užitečné steroidní glykosidy a saponiny, flavonoidy, skupiny vitamínů B, vitamín C, železité soli a steroidní alkaloidy. Výtažky a metabolity z listů a ovoce, mají užitečné farmakologické účinky (Jaiswal 2012; Hoskovec 2017; Fern 2019).

Anone ostnitá (*Annona muricata*) (obr. 13) také běžně známá jako graviola, je středně velký ovocný strom tropických oblastí a současně se pěstuje v tropických oblastech po celém světě. Dosahuje asi 8 m. Tento velmi odolný strom vůči suchu upřednostňuje slunné polohy, teplotu okolo 25-30 °C s ročními srážkami 1000 mm. Vyskytuje se spíše ve vlhkých nížinách na hlubokých, lehkých, výživných a lehce propustných půdách. Ideální pH pro její růst je v rozmezí 5,5-6,5. Patří mezi jedno z nejchutnějších tropických druhů ovoce. Graviole přísluší různé aktivity dosvědčené výzkumy, včetně proti rakovinovým, antikonvulzivním, antiartritickým, antiparazitárním, antimalarickým, hepatoprotektivním a antidiabetickým aktivit. Hlavními fytochemickými složkami této rostliny jsou anogenní acetogeny a už více než sto anogenních acetogenů bylo izolováno z listů, kůry, semen, kořenů a plodů (Grulich 2011; Moghadamtousi 2015; Petruzzello 2016; Fern 2019). Fytochemická analýza ukázala přítomnost fenolických sloučenin ve vodním listovém extraktu anone ostnité, který může být zodpovědný za pozorované antihelmintické účinky (Ferreira et al. 2013).



Obrázek č. 13 *Annona muricata* – Available from www.amazon.in (accessed March 2019)

Kamaraj et al. (2011) testoval výše většinu výše vyjmenovaných rostlin proti vlasovce slezové ze vzorků trusu ovcí. Sledoval líhnutí vajíček a vývoj larev při působení extraktů z rostlin, ethylacetátu, acetonu a metanolu. Testované koncentrace rostlinných výtažku byly 6,25 mg / ml, 12,5 mg / ml a 25 mg / ml.

Tabulka č. 7 – Účinnost rostlinných extraktů v nevhodnějších rozpouštědlech a koncentracích

Extrakt	Koncentrace	Rozpouštědlo	Účinnost
Pravénka latnatá - list	25 mg / ml	Methanol	100% proti líhnutí vajíček a vývoji larev
<i>Anisomeles malabarica</i> – list		Ethylacetát	
Anone šupinatá - kůra		Methanol	
Durman metelový - list		Methanol	
<i>Solanum torvum</i> Swartz. – semeno		Methanol	

Ve všech případech extrakty účinkovaly, ale 100% účinnost se projevila pouze v některých variantách. Methanol a ethylacetátové extrakty získané z pěti rostlin prokázaly vliv na líhnutí vajíček a inhibici vývoje larev ve srovnání s některými již studovanými rostlinami. Výzkumem prokázali antihelmintickou aktivitu těchto rostlinných extraktů. Jiné studie zkoumali extrakty ethylacetátu a kokosovníku ořechoplodého (*Cocos nucifera*), spigélie lékařské (*Spigelia anthelmie*) a nimby, avšak ani v jednom případě těchto rostlin nedošlo ke 100% působení proti líhnutí vajíček a vývoji larev zároveň.

Výzkum Ferreira et al. (2013) se zaměřil na rostlinný extrakt z anone ostnité. Zhodnocovali se *in vitro* anthelmintické účinky extraktu z vodního listu proti vajíčkům, infekčním larvám a dospělým formám vlasovky slezové. Rostlinný extrakt testovali 50%, 25%, 12,5% a 6,25% koncentracích.

Tabulka č. 8 – Nejvyšší účinnost koncentrací anone ostnité při studii *in vitro*

Množství	Účinnost
50% extrakt	<u>Snížení</u> 84,91 % líhnutí vajíček a hybnost larev
25% extrakt	<u>Snížení</u> 89,08 % motility larev

Studie umožnila klasifikovat extrakt z anone ostnité jako mírně účinný, neboť byl účinný proti vajíčkům a larvám vlasovky slezové, zejména ve vyšších ředěních. Extrakt vykazoval statisticky významnou antihelmintickou aktivitu proti třem stádiím životního cyklu parazita, což teoreticky snižuje pravděpodobnost výskytu rezistence parazita při použití extraktu v klinických případech. I jiné studie popsali antiparazitické účinky rostlin rodu *Annona*, vodního extraktu anone šupinaté, který způsobil utlumení vylíhnutí vajíček gastrointestinální hlístici skotu o 19,4 %. Stejná rostlina byla součástí *in vivo* pokusů u ovcí, při nichž došlo ke 40% snížení počtu vajíček vlasovky slezové ve výkalech.

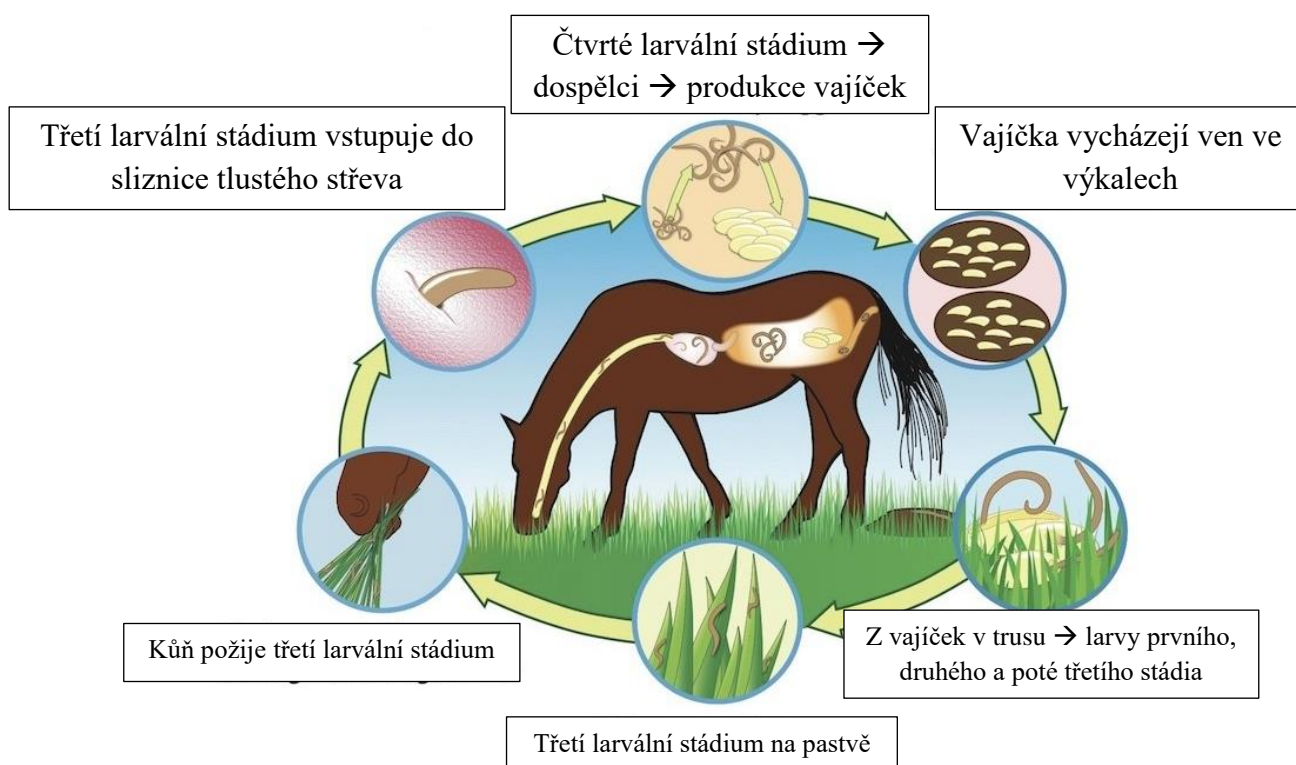
3.1.2.3 Antihelmintické účinky rostlinných extraktů u koní

Nejrozšířenější endoparazité koňovitých po celém světě jsou malí strongylidi a v hostiteli se obvykle vyskytují ve velkém množství. Jako takové představují jedno z nejzávažnějších napadení parazity v chovu koní a ovlivňují jejich zdraví, pohodu a výkonnost. V prevenci proti malým strongylidům se využívají tři typy léčiv a to benzimidazoly, pyrimidiny a makrocyclické laktony a pyrimidiny. Časté užívání léčiv způsobilo odolnost malých strongylidů vůči benzimidazolům, proto je potřeba zajistit přípravky, které by mohly omezit užívání antihelmintických léčiv a následné zamezení vytváření rezistentních parazitů vůči léčivům (Flota-Burgos et al. 2017).

Hlístice (Nematoda) podčeledi *Cyathostominae*, lidově nazývány malí strongylidi, patří k nejčastějším parazitům koňovitých. Má typickou cylindrickou ústní kapsula a na rozdíl od jiných podčeledí nesaje krev. Parazitují ve slepém střevě nebo ventrálním či dorzálním tračníku, dospělí jedinci obývají prostor mezi sliznicí a stěnou střeva. Mezi největší druhy nacházejících se na území České republiky jednoznačně patří *Poteriostomum imparidentatum*,

naopak nejmenším druhem je *Cylicostephanus minutus*. Největší ohrožení představují především pro mladé nebo oslabené koně (Kulovaná 2002; Prudký 2013).

Cyklus vývoje malých strongylidů (obr. 14) je stejně jako u vlasovky slezové přímý, tedy bez mezihostitele. Dospělí jedinci produkují vajíčka, která pak odcházejí z hostitele do vnějšího prostředí trusem. Vajíčka jsou schopna přečkat zimu. Z vajíček se brzy líhnou larvy. Larvy se třikrát svlékají a po posledním se svlékání se stávají infekčním. Tyto larvy kumulují v letních měsících na pastvě a prokázaly rezistenci na vyschnutí. K infikování parazitem dochází na pastvě při pasení, kdy budoucí hostitel pozře již infekční larvu (Bodeček 2016).



Obrázek č. 14 Cyklus malých strongylidů – Available from www.paardenzorgtexel.nl (accessed Macrh 2019)

Extrakty rostlin jsou možnou alternativou pro kontrolu hlístic u koní. Mohly by částečně nebo úplně nahradit stávající farmaceutické přípravky, a tak zvýšit odolnost antihelmintických léků. Studie *in vitro* jsou potřebné k identifikaci specifických sekundárních metabolitů, které poskytují těmto rostlinám jejich antihelmintickou aktivitu. Zatím bylo provedeno velmi málo studií ohledně antihelmintické aktivity rostlinných extraktů proti nematodům u koní (Flota-Burgos et al. 2017). Jednu studii provedl Flota-Burgos et al. (2017), jejichž cílem bylo zhodnotit *in vitro* antihelmintickou aktivitu metanolových extraktů z *Diospyros anisandra* a *Petiveria alliacea*.

Diospyros anisandra, stálezelený keř původem z Jižní Ameriky, patří do čeledi ebenovité (Ebenaceae). Prospívá v tropických oblastech v nížinných suchých lesech, smíšených lesech, suchých listnatých lesech, deštných pralesech a nížinných lesech. Nicméně několik druhů z rodu *Diospyros* L. prosperuje i v mírných oblastech. Rodu *Diospyros* L. byly přiřazeny biologické vlastnosti pentacyklických triterpenů, naftochinonů, kumarinů a flavonoidů. Hlavní bioaktivní sloučeniny *Diospyros anisandra* jsou naftochinony, zejména plumbagin. Plumbagin, získávaný z listů, kůry i kořenů, má potvrzené antibakteriální, antifungální, antiprotozoální a protinádorové účinky (Rauf et al. 2017; Flota-Burgos et al. 2017).

Petiveria alliacea (obr. 15) čeledi líčidlovité (Petiveriaceae), je vytrvalá rostlina 70 cm vysoká s česnekovým a cibulovým aroma, která se krom zkoumaných antihelmintických účinků využívá pro její insekticidní vlastnosti. V některých zemích bývá umístěna do ustájení pro drůbež, aby odpuzovala ektoparazity. Rostlina pochází z Amazonských deštných pralesů v Jižní Americe. Tropické teploty jsou důležité pro její růst. Byly izolovány různé bioaktivní sloučeniny včetně steroidů, terpenoidů, saponinů, polyfenolů, taninů, flavonoidů, kumarinů a alkaloidů. Většina biologické aktivity *Petiveria alliacea* je způsobena petiverine. Petiverin se objevuje ve vyšších koncentracích ve stonku než v listech. Existují některé studie, které posoudily potenciální toxicitu různých extraktů získaných z *Petiveria alliacea* (Silva et al. 2015; Luz et al. 2016; Flota-Burgos et al. 2017). Lima et al. (1991) zkoumal chování myši na akutní toxicitu surovým vodným extraktem kořenů z této rostliny a zjistil, že myši vykazovaly sníženou lokomotorickou aktivitu, ale nedošlo k jejich smrti.

Metanolové výtahy z *Diospyros anisandra* a *Petiveria alliacea* již vykazují vysoce účinnou *in vitro* inhibici vývoje larev měchovce a vlasovky slezové (Flota-Burgos et al. 2017).



Obrázek č. 15 *Petiveria alliacea* – Available from www.chalk.richmond.edu (accessed March 2019)

Flota-Burgos et al. (2017) zkoumal účinky rostlinných extraktů na vývoj larev malých strongylidů a líhnutí vajíček. Využil kůru a listy *Diospyros anisandra*, listy a stonek *Petiveria aliacea*. V pokusu využíval odlišné koncentrace extraktů, rostliny z různých míst a rozdílných obdobíh.

Tabulka č. 9 – Účinky extraktů z rostlin *Diospyros anisandra* a *Petiveria aliacea*

Extrakt	Účinky
<i>Diospyros anisandra</i> - kůra	<u>Snížení</u> líhnutí vajíček z 95 % při nízké koncentraci extraktu <u>Snížení</u> vývoje larev
<i>Diospyros anisandra</i> - list	<u>Snížení</u> líhnutí vajíček z 90 % při vysoké koncentraci extraktu
<i>Petiveria aliacea</i> - list	<u>Snížení</u> líhnutí vajíček z 97 %
<i>Petiveria aliacea</i> - stonek	<u>Snížení</u> líhnutí vajíček z 97 %

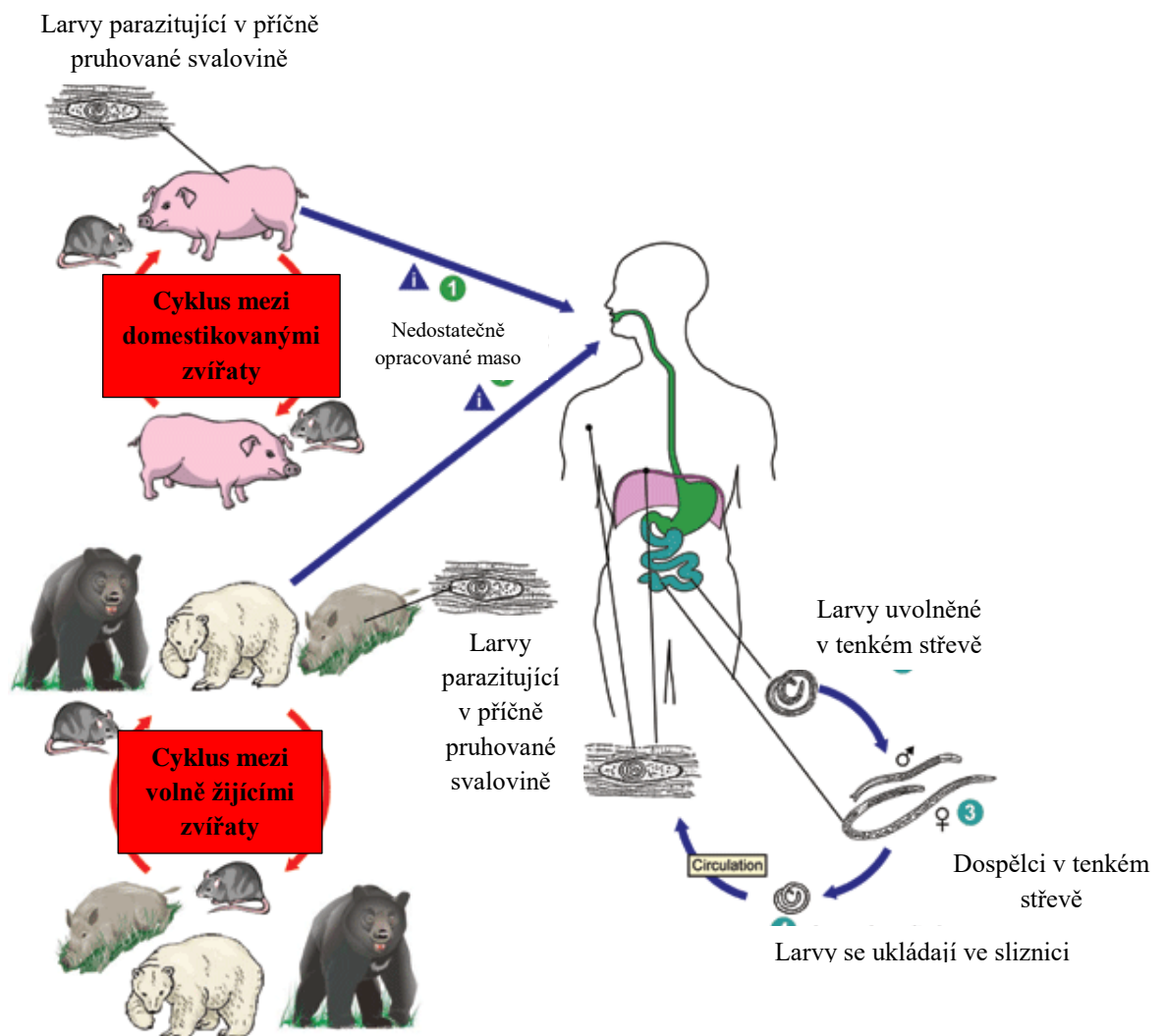
Oba rostlinné extrakty jsou možné alternativy kontroly pro malé strongylidy. Nejvyšší antihelmintickou aktivitu na snížení počtu vajíček a letální koncentrace měly extrakty z období dešťů u obou rostlin. To by mohlo být způsobeno sezónními odchylkami v koncentracích sekundárních metabolitů rostlin, které mohou působit na antihelmintickou aktivitu proti vajíčkům malých strongylidů. Hodnoty padesáti procentní letální koncentrace pozorované u extraktů *Diospyros anisandra* a *Petiveria aliacea* byly účinnější proti malým strongylidům než výtažky používaných v jiných studiích, tím je myšlen například extrakt z česneku, *Cucumis prophetarum*, *Acacia nilotica* a *Diospyros hopwoodii*, který vyžadoval až trojnásobek množství, aby účinkoval ve srovnání s extraktem kůry *Diospyros anisandra* z období dešťů (Payne et al. 2013; Peachey et al. 2015).

3.1.2.4 Antihelmintické činky rostlinných extraktů u prasat

Požíváním nedostatečně tepelně upraveného vepřového masa nebo masa z divokých prasat a jeho produktů lidé riskují nakažení parazitem svalovcem stočeným. Infikuje širokou škálu savčích hostitelů, takže tento parazit je běžně používán jako experimentální model k odhadu účinku mnoha antihelmintických látek. Postihuje zhruba 10 miliónů lidí na celém světě a je obecným problémem veřejného zdraví. Antihelmintika pro léčbu mají omezenou biologickou dostupnost, vysoký stupeň rezistence, slabou aktivitu proti zapouzdřeným larvám a jakožto syntetická léčiva se ukázala jako karcinogenní (Shalaby et al. 2010; Attia et al. 2015).

Svalovec stočený (*Trichinella spiralis*) způsobuje jednu z nejčastějších zoonóz na světě, trichinózu. Dle taxonomie je zařazen do kmenu hlístice (Nematoda), čeledi Trichinellidae, rodu svalovci (*Trichinella*). Nejčastěji jsou jeho hostitelem divoká a domácí zvířata, především prasata a potkani. Tento intracelulární parazit parazituje v příčně pruhované svalovině, kam se dostane přes krevní řečiště. Dospělci jsou zhruba 1,5-4 mm velcí ve tvaru elipsy (Zicha 2006; Shalaby et al. 2010; Yadav & Temjenmongla 2012; Rogers 2016; Attia et al. 2017).

Nezvyklá vlastnost svalovce stočeného spočívá v tom, že životní cyklus parazita (obr. 16) probíhá a je dokončen ve stejném hostiteli. Člověk nebo zvíře pozře maso infikované parazitem. S natráveným masem se parazit uvolní do tenkého střeva. Tam dochází k přeměně v dospělou formu parazita a produkuje živé larvy. Živé larvy poté putují krví, lymfou a napadají tkáň, čímž způsobují trichinózu. Novorozené larvy se v příčně pruhované svalovině přeměňují na infekční larvy, aby ukončily svůj životní cyklus (van Die & Cummings 2010; Salvana et al. 2014).



Obrázek č. 16 Životní cyklus *Trichinella spiralis* – Available from www.aifb.it (accessed March 2019)

Trichinóza u infikované osoby způsobuje horečky, průjem, nevolnost a zvracení. Tyto příznaky jsou následované bolestí v kloubech, hlavy, svalů, v hrudi a v očních koulích a dýchání je často bolestné, protože bránice je silně infikovaná. Podle intenzity infekce nemoc trvá 1-2 týdny, a poté postupně odezní nebo se stav zhoršuje. Vyšetření na trichinózu je diagnostikováno pomocí vzorku krve nebo ze svaloviny (Tikkanen 2013).

Bylo zkoumáno několik druhů rostlin účinných proti svalovci stočenému. Shalaby et al. (2010) zkoumal účinek methanolového extraktu z plodů *Balanites aegyptiaca* na enterální a parenterální fáze svalovce stočeného. Na stejné vývojové fáze se zaměřili Attia et al. (2015), kteří pro svůj výzkum zvolili výtažky z myrhovníku pravého a tymiánu. Účinnost extraktu listu *Lasia spinosa* zjišťoval Yadav a Temjenmongla (2012).

Datlovník pouštní (*Balanites aegyptiaca*), velmi rozšířená tropická rostlina z čeledi arekovité (Arecaceae) známá jako „ovoce pouště“, roste nejčastěji v Africe na vyprahlých místech ve výškách 2300 m nad mořem. Nejvíce prosperuje v hlubokých písčích, písčitých jílových hlínách, písčitých hlínách nebo jílech při okolních teplotách 20-35 °C s minimálním úhrnem ročních srážek. Upřednostňuje pH půdy v rozhraní 7-8. V egyptské lidové medicíně se používá jako antidiabetikum, dále je používán v súdánské lidové medicíně k léčbě jaterních onemocnění. Strom má mnoho dalších využití v afrických zemích především pro jeho abortní, antiseptické, antimalariální, antisyfilitické a antivirové účinky. Plody se běžně používají k čištění střevních parazitů a byly zjištěny jako účinné proti *Fasciola gigantica* a *Schistosoma japonicum* (Shalaby et al. 2010; Fern 2019).

Lasia spinosa je bylina stejné čeledi jako datlovník pouštní rozrůstající se v bažinách na mnoha místech v Asii. Nalézt ji můžeme ve volné přírodě tropických a subtropických oblastí. Celé části této rostliny jsou využívány k léčbě široké škály nemocí a onemocnění, používá se například pro léčbu malárie, proti průjmům či zánětům. Její výtažek prokázal antibakteriální účinnost a silnou antiplasmodiální aktivitu vůči *Plasmodium falciparum*. Některé studie prokázali významnou antihelmintickou aktivitu proti infekcím *Hymenolepis diminuta* (Yadav & Temjenmongla 2012).

Myrhovník pravý (*Commiphora molmol*) obsahuje těkavý olej, pryskyřici a gumu. Řadíme jej do čeledi březulovité (Burseraceae). Tato jedna z nejrozšířenějších rostlin v tradiční medicíně je velmi účinným analgetikem, antipyretikem, působí antibakteriálně a antifungálně. Má fasciolocidní, schistosomicidní, insekticidní, moluskicidní účinky a projevila silnou aktivitu vůči střevní a svalové fázi svalovce stočeného (Attia et al. 2015).

Tymián obecný (*Thymus vulgaris* L.), nebo také mateřídouška obecná, pochází z čeledi hluchavkovité (Lamiaceae). Patří mezi jednu z populárních kulinářských bylin v jižní Evropě a středomořských oblastech, ze kterých též pochází. Pěstuje se po celém světě. Tymián je jednoletou bylinou se silným aroma. V teplých krajinách může přetrvávat jako víceletá rostlina. Patří historicky k nejznámějším léčivým rostlinám (Laugnerová 2008; Petruzzello 2015). Přírodní izolovanou sloučeninou tymiánu je esenciální olej tymol. Tymol způsobuje antiseptické, antifungální, silné antibakteriální účinky a silnou antioxidační aktivitu. Bylo zjištěno, že tymián má významný antiparazitický účinek proti *Trichomonas gallinae* parazitujících u ptáků (Attia et al. 2015).



Obrázek č. 17 *Thymus vulgaris* L. – Available from www.spektrumzdravi.cz (March 2019)

Shalaby et al. (2010) poprvé vyhodnotili účinnost metanolového extraktu plodů datlovníku pouštního proti různým stádiím svalovce stočeného. Výzkum prováděli na potkanech, kteří byli nakaženi všemi stádii parazita. Výsledky srovnávali s běžně používaným anthelmintikem albendazolem. Rostlinný extrakt podávali po dobu pěti po sobě jdoucích dnů.

Tabulka č. 10 – Působení extraktu z *Balanites aegyptiaca* v porovnání s albendazolem

Léčivo nebo extrakt	Účinnost
Extrakt z plodu datlovníku pouštního 1000 mg / kg b.w.	<u>Snížení</u> migrace a encyklické larvální rychlosti ve svalové tkáni o 81,7 % a 61,7 % <u>Eradikace</u> dospělců o 47,8 %
Albendazol 10 mg / kg b.w.	<u>Snížení</u> migrace a encyklické larvální rychlosti ve svalové tkáni o 62,2 % a 26,4 % <u>Eradikace</u> dospělců o 94,4 %

Lze konstatovat, že metanolvý extrakt z datlovníku pouštního má vysokou účinnost proti parenterálním stupňům svalovce stočeného než albendazol. Albendazol je účinnější vůči enterálním stádiím svalovce stočeného než extrakt. Kombinace mezi nimi by proto mohla mít aditivní účinky a užitečnou hodnotu při léčbě všech různých stádií *Trichinella spiralis*.

Cílem studie Yadav a Temjenmongla (2012) bylo zkoumat účinnost výtažku z listů *Lasia spinosa* proti svalovci stočenému. Reakce vývojových stádií pozorovali u dospělců během 3-37 dní po infekci. Extrakt byl podáván pokusným myším perorálně v dávkách 200, 400 a 800 mg / kg. Porovnávalo se s neléčenými skupinami myší.

Tabulka č. 11 – Účinné dávkování extraktu z listů *Lasia spinosa*

Dávkování	Účinnost
800 mg / kg podávaných po dobu 3 dnů	<u>Snížení</u> dospělých parazitů o 75,3 % <u>Snížení</u> počtu migrujících larev o 72,23 %
800 mg / kg podávaných po dobu 7 dnů	<u>Snížení</u> inkubace larev o pouze 64,84 %

Studie ukázala, že extrakt z listů *Lasia spinosa* je účinný proti všem třem stádiím životního cyklu parazita.

Attia et al. (2017) posuzovali vliv extraktu myrhovníku pravého a poprvé tymiánu obecného proti enterálním a parenterálním fázím *Trichinella spiralis*. Použili k tomu myši infikované svalovcem stočeným. Porovnání provedli za pomoci srovnání s albendazolem.

Tabulka č. 12 – Účinky tymiánu obecného a myrhovníku pravého v různých dávkách a jejich účinky proti parazitovi ve srovnání s albendazolem

Dávkování	Účinnost
Tymián obecný 500 mg / kg	<u>Snížení</u> počtu dospělců o 79,4 %
Tymián obecný 1000 mg / kg	<u>Snížení</u> počtu larev o 71,3 %
Myrhovník pravý 500 mg / kg	<u>Snížení</u> počtu dospělců o 90,9 %
Myrhovník pravý 1000 mg / kg	<u>Snížení</u> počtu larev o 79,6 %
Albendazol 50 mg / kg	<u>Snížení</u> počtu larev o 90,9 % <u>Snížení</u> počtu dospělců o 94,2 %

Extrakty z myrhovníku obecného a tymiánu obecného jsou vysoce účinné proti oběma fázím svalovce stočeného. Došlo k významnému poklesu průměrného počtu dospělých a larev ve všech léčených skupinách. Albendazol vykazoval nejvyšší účinnost jak ve střevním, tak ve svalovém stádiu. Následoval ho myrhovník pravý, zatímco tymián obecný měl nejnižší účinnost.

Existuje mnoho studií, které dokazují účinnost různých rostlinných extraktů nebo rostlinných složek proti svalovci stočenému na zvířecích modelech. Z těchto studií však vyplývá, že tato terapeutika mají také poměrně nízkou účinnost proti encystovanému stadiu parazita (Yadav & Temjenmongla 2012).

4 Závěr

V této práci jsem poukázala na problematiku parazitárních onemocnění u hospodářských zvířat a jejich řešení pomocí rostlinných extraktů.

Vědecké poznatky o rostlinných extraktech využívaných v chovu hospodářských zvířat popisovaly pozitivní účinky proti vnějším i vnitřním parazitům. Účinek se projevil především u vyšších koncentracích rostlinných extraktů, kdy docházelo ke snížení líhnutí vajíček, zvýšení mortality larev a dospělců či omezení vývoje larev u endoparazitů vlasovky slezové, malých strongylidů a svalovce stočeného. Rostlinné extrakty proti ptačím kokcidiím snížily vylučování oocyst v trusu, snížily krvavé průjmy a zvýšily tělesnou hmotnost. Extrakty působící na roztoče *Varroa destructor* a klíšťata snížily jejich zamoření, zamezily vylučování vajíček parazitů či způsobily jejich mortalitu nebo potlačení. Lze říct, že rostlinné extrakty působily jako přírodní antiparazitika. Zmiňované chemické přípravky v této studii byly ve většině případů účinnější i při nižších koncentracích než rostlinné extrakty, ale bylo několika výzkumy potvrzeno, že syntetické přípravky zatěžují prostředí, organismus a jako rezidua se mohou vyskytovat například v mléce dojníc. Kromě toho byla zjištěna karcinogenita syntetických léčiv, která negativně ovlivňuje zdraví zvířat a tím pádem také konzumenta.

Problém může být s některými látkami obsažených v rostlinách, které by mohly být ve vyšších dávkách toxické. Těmi jsou například v práci zmíněné stromy neem či durman, neboť obsahují nebezpečné alkaloidy. Nicméně stále se potvrzuje menší množství nežádoucích účinků než u syntetických přípravků. Přesto by bylo vhodné se v budoucnu více věnovat výzkumům fytochemikálií rostlin a jejich působení na organismus zvířat, aby se mohla potvrdit případně vyvrátit jejich bezpečnost a eventuálně se mohly ideální rostlinné extrakty v budoucnu využít jako bezpečná přírodní antiparazitika.

Většina rostlin popisována v této práci pocházejí převážně s tropických a subtropických oblastí. Rostliny pěstované v České republice nebo obecně v mírném podnebném pásu byly na antiparazitické vlastnosti studovány minimálně. Typickým zástupcem vhodným pro pěstování na území České republiky, který projevil účinky proti vnějším i vnitřním parazitům, byl česnek. Studie naznačují, že dalšími vhodnými zástupci rostlin proti parazitům vhodných k pěstování na našem území by mohly být rostliny rodu *Diospyros* L. nebo rostliny řádu hluchavkotvaré.

Některé rostlinné extrakty zmiňované v této práci byly zkoumány pouze *in-vitro* metodou. V těchto případech je tedy ještě nutné provedení výzkumů *in-vivo* metodou.

5 Seznam použité literatury

- Abduz Zahir A, Abdul Rahuman A, Kamaraj C, Bagavan A, Elango G, Sangaran A, Senthil Kumar B. 2009. Laboratory determination of efficacy of indigenous plant extracts for parasites control. *Parasitology Research* **105**: 453–461
- Angulo-Cubillán F, García-Coiradas, JFL, Alunda MJ, Cuquerella M, De La Fuente C. 2010. Biological characterization and pathogenicity of three *Haemonchus contortus* isolates in primary infections in lambs. *Veterinary Parasitology* **171**: 99-105
- Athanasiadou S, Githiori J, Kiryazakis I. 2007. Medicinal plants for helminth parasite control: facts and fiction. *The Animal Consortium* **1**: 1392–1400
- Attia RAH, Mahmoud AE, Farrag HMM, Makboul R, Mohamed ME, Ibraheim Z. 2015. Effect of myrrh and thyme on *Trichinella spiralis* enteral and parenteral phases with inducible nitric oxide expression in mice. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz* **110**: 8
- Battsetsega B, Sivakumarb T, Naranbaatara K, Narantsatsrala S, Myagmarsurena P, Enkhtaivana B, Davaasurena B, Mizushimab D, Weerasooriyab G, Igarashi I, Battura B, Yokoyama N. 2018. Serosurvey of Babesia bovis and Babesia bigemina in cattle in Mongolia. *Veterinary Parasitology: Regional Studies and Reports* **13**: 85-91
- Benelli G, Pavela R, Canale A, Mehlhorn H. 2016. Tick repellents and acaricides of botanical origin: a green roadmap to control tick-borne diseases? *Parasitology Research* **115**: 2545
- Blake DP, Tomley FM. 2014. Securing poultry production from the ever-present *Eimeria* challenge. *Review Parasites Ramble on: Focus on food security* **30**:12-19
- Bodeček Š. 2016. Vývojový cyklus. Cyatostomóza u koní. Available from www.docplayer.cz (accessed March 2019).
- Davies G. 2015. *Bylinky*. Euromedia, Cambridge.
- De Meneghi D, Stachurski F, Adakal H. 2016. Experiences in Tick Control by Acaricide in the Traditional Cattle Sector in Zambia and Burkina Faso: Possible Environmental and Public Health Implications. *Front Public Health* **4**: 239
- Dubinský P, Jurášek V. 1993. *Veterinárná parazitológia. Príroda*, Bratislava.

- Eischen FA, Vergara CH. 2004. Natural products smoke and its effect on *Acarapis woodi* and honey bees. *Apidologie* **35**: 341–350
- El Zalabani SM, El-Askary HI, Mousa OM, Issa MY, Zaitoun AA, Abdel-Sattar E. 2012. Acaricidal activity of *Swietenia mahogany* and *Swietenia macrophylla* ethanolic extracts against *Varroa destructor* in honeybee colonies. *Experimental Parasitology* **130**: 166–170
- Eliash N, Thangarajan S, Goldenberg I, Sela N, Kupervaser M, Barlev J, Altman Y, Knyazer A, Kamere Y, Zaidman I, Rafaeli A, Soroker V. 2018. *Varroa* chemosensory proteins: some are conserved across Arthropoda but others are arachnid specific. *Insect Molecular Biology* DOI:10.1111/imb.12553
- Evonik Nutrition, Care GmbH. 2019. Test užítkovosti a zdraví střev u brojlerových kuřat. *Krmivářství* **23**: 21-23
- Ezzat EA, Ibrahim AR, Mortada ME, El-Sayed SA. 2014. Characterization of Certain Polyphenolic Compounds of *Carica papaya* L. Fruit Extracts and Evaluation of Their Potential Against Murine Schistosomiasis *mansoni*. *Drug Research* **68**: 521-528
- Fern K. 2019. *Allium sativum*. Tropical Plants Database. Available from www.tropical.theferns.info (accessed February 2019).
- Fern K. 2019. *Aloe secundiflora*. Tropical Plants Database. Available from www.tropical.theferns.info (accessed February 2019).
- Fern K. 2019. *Aloe vera*. Tropical Plants Database. Available from www.tropical.theferns.info (accessed February 2019).
- Fern K. 2019. *Andrographis paniculata*. Tropical Plants Database. Available from www.tropical.theferns.info (accessed February 2019).
- Fern K. 2019. *Anisomeles malabarica*. Tropical Plants Database. Available from www.tropical.theferns.info (accessed February 2019).
- Fern K. 2019. *Annona squamosa* L. Tropical Plants Database. Available from www.tropical.theferns.info (accessed February 2019).
- Fern K. 2019. *Azadirachta indica*. Tropical Plants Database. Available from www.tropical.theferns.info (accessed February 2019).

- Fern K. 2019. *Balanites aegyptiaca*. Tropical Plants Database. Available from www.tropical.theferns.info (accessed February 2019).
- Fern K. 2019. *Carica papaya*. Tropical Plants Database. Available from www.tropical.theferns.info (accessed February 2019).
- Fern K. 2019. *Curcuma longa*. Tropical Plants Database. Available from www.tropical.theferns.info (accessed February 2019).
- Fern K. 2019. *Datura metel* L. Tropical Plants Database. Available from www.tropical.theferns.info (accessed February 2019).
- Fern K. 2019. *Datura stramonium*. Tropical Plants Database. Available from www.tropical.theferns.info (accessed February 2019).
- Fern K. 2019. *Solanum torvum* Swartz. Tropical Plants Database. Available from www.tropical.theferns.info (accessed February 2019).
- Fern K. 2019. *Swietenia macrophylla*. Tropical Plants Database. Available from www.tropical.theferns.info (accessed February 2019).
- Fern K. 2019. *Swietenia mahagoni*. Tropical Plants Database. Available from www.tropical.theferns.info (accessed February 2019).
- Ferreira EL, Castro NMP, Chagas SCA, Franca SC, Belebony OR. 2013. In vitro anthelmintic activity of aqueous leaf extract of *Annona muricata* L. (*Annonaceae*) against *Haemonchus contortus* from sheep. *Experimental Parasitology* **134**: 327-332
- Fibigr J, Šatinský D, Solich P. 2018. Current trends in the analysis and quality control of food supplements based on plant extracts. *Analitica Chemica Acta* **1036**: 1-15
- Fischer WJ, Schilter B, Tritscher AM, Stadler RH. 2016. Contaminants of Milk and Dairy Products: Contamination Resulting from Farm and Dairy Practices. Reference Module In Food Science **1**: 1–13
- Flota-Burgos JG, Rosado-Aguilar AJ, Rodríguez-Vivas IR, Arjona-Cambranes AK. 2017. Anthelmintic activity of methanol extracts of *Diospyros anisandra* and *Petiveria alliacea* on cyathostomin (Nematoda: *Cyathostominae*) larval development and egg hatching. *Veterinary Parasitology* **248**: 74-79

- Garry F. 2008. Chapter 15 - Miscellaneous Infectious Diseases. *Rebhun's Diseases of Dairy Cattle* **2**: 606-639
- Greathead H. 2003. Plants and plant extracts for improving animal productivity. *Proceedings Of The Nutrition Society* **62**: 279-290
- Grulich V. 2015. *Azadirachta indica*. Botany. Available from www.botany.cz (accessed February 2019).
- Heuzé V, Tran G, Baumont R, Bastianelli D. 2016. *Calotropis procera*. Feedipedia. Available from www.feedipedia.org (accessed February 2019).
- Hoskovec L. 2015. Durman obecný. Botany. Available from www.botany.cz (accessed February 2019).
- Hoskovec L. 2017. *Solanum torvum* Swartz. Botany. Available from www.botany.cz (accessed February 2019).
- Hulínská D. 2008. Onemocnění přenášená klíšťaty v České republice. Státní zdravotní ústav. Available from www.szu.cz (accessed February 2019).
- Chvapilová J. 2014. *Dichroa febrifuga* Lour. Bylinkopedie. Available from www.bylinkopedie.cz (accessed February 2019).
- Chvapilová J. 2014. Pravenka latnatá. Bylinkopedie. Available from www.bylinkopedie.cz (accessed February 2019).
- Jaiswal BS. 2012. *Solanum torvum*: a review of its traditional uses, phytochemistry and pharmacology. *International Journal of Pharma and Bio Sciences* **3**: 104–111
- Jančovičová A. 2006. Malý atlas léčivých rostlin do lékárne. Herba, Bratislava.
- Ježková T. 2019. Kokcidióza kura domácího. MVDr. Tereza Ježková. Available from www.zverolekarka.com (accessed March 2019).
- Ježková T. 2019. Slezová červivost malých přežvýkavců. MVDr. Tereza Ježková. Available from www.zverolekarka.com (accessed March 2019).
- Jírovec O, Ryšavý B. 1954. Československá parazitologie. Nakladatelství československé akademie, Praha.

- Johns T, Windust A, Jurgens T, Mansor SM. 2011. Antimalarial alkaloids isolated from *Annona squamosa*. *Phytopharmacology* **1**: 49-53
- Johnson M, Moore T. 2006. Parasites, Plants, and People. *Trends in Parasitology* **32**: 430-432
- Johnson M, Olaleye NO, Kolawole SO. 2016. Antimicrobial and Antioxidant Properties of Aqueous Garlic (*Allium sativum*) Extract against *Staphylococcus aureus* and *Pseudomonas aeruginosa*. *British Microbiology Research Journal* **14**: 1-11
- Junkuszewa A, Milerski M, Bojar W, Szczepaniak K, Le Scouarnec J, Tomczuk K, Dudkoa P, Studzinska BM, Demkowska-Kutrzepac M, Bracika K. 2015. Effect of various antiparasitic treatments on lamb growth and mortality. *Small Ruminant Research* **123**: 306-313
- Kaingu F, Liu D, Wang L, Tao J, Wayhenya R, Kutima H. Anticoccidial effects of *Aloe secundiflora* leaf extract against *Eimeria tenella* in broiler chicken. *Tropical Animal Health and Production* **49**: 823
- Kalakumar B, Kumar HSA, Kumar BA, Reddy KS. 2000. Evaluation of custard seed oil and neem oil as acaricides. *J Vet Parasitol* **14**:171–172
- Kamaraj CH, Abdul Abdul R, Gandhi E, Asokan B, Abdul Abduz Z. 2011. Anthelmintic activity of botanical extracts against sheep gastrointestinal nematodes, *Haemonchus contortus*. *Parasitology Research* **109**: 37–45
- Kavitha T, Nelson R, Thenmozhi R, Priya E. 2012. Antimicrobial activity and phytochemical analysis of *Anisomeles malabarica* (L) R.BR. *Journal of Microbiology and Biotechnology Research* **2**:1-5
- Kebede B, Negese T. 2017. Evaluation of Acaricidal Effect of Ethnoveterinary Medicinal Plant by in vivo and in vitro against *Sarcoptes scabiei* var. *caprae* of Infected Goats in North Shoa, Oromia Regional State, Ethiopia. *Journal Of Traditional Medicine & Clinical Naturopathy* **6**: 1
- Kim DK, Lillehoj HS, Lee SH, Jang SI, Lillehoj EP, Bravo D. Dietary *Curcuma longa* enhances resistance against *Eimeria maxima* and *Eimeria tenella* infections in chickens. *Poultry Science* **92**: 2635–2643
- Knolhoff MF, Onstad WD. 2014. Chapter 6 - Resistance by Ectoparasites. *Insect Resistance Management* **2**: 185-231

- Kulovaná E. 2002. Hlístice čeledi Strongylidae – nejčastější parazité koní. Náš chov. Available from www.naschov.cz (accessed March 2019).
- Kumar Manoj V, Henley KA, Nelson JC, Indumati O, Rao Prabhakara Y, Rajanna S, Rajanna B. 2017. Protective effect of *Allium sativum* (garlic) aqueous extract against lead-induced oxidative stress in the rat brain, liver, and kidney. *Environ Sci Pollut Res* **24**: 1544-1552
- Kursa J, Jílek F, Vítovec J, Rajmon R. 1998. Katedra anatomie a fyziologie hospodářských zvířat. ZF JU, České Budějovice.
- Laštůvka Z, Gaisler J, Pelikán J, Krejčová Z. 1996. Zoologie pro zemědělce a lesníky. Konvoj, Brno.
- Laugnerová G. 2008. *Thymus vulgaris* L. Botany. Available from www.botany.cz (accessed March 2019).
- Lima JM, Freitas FJC, Amorim RNL, Camara ACL, Batista JS, Soto-Blanco B. 2011. Clinical and pathological effects of *Calotropis procera* exposure in sheep and rats. *Toxicon* **57**:183-185
- Lima TCM, Morato GS, Takahashi RN. 1991. Evaluation of antinociceptive effect of *Petiveria alliacea* (guiné) in animals. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz* **86**: 153-158
- Liška J, Beránková J, Beránek P. 2017. Parazité – *toxocara canis* a *toxocara cati*. *Časopis praktických lékařů pro děti a dorost* **8**:27-28
- Luz DA, Pinheiro AM, Silva ML, Monteiro MC, Prediger RD, Maia CSF, Fontes-Júnior EA. 2016. Ethnobotany, phytochemistry and neuropharmacological effects of *Petiveria alliacea* L. (*Phytolaccaceae*): A review. *Journal of Ethnopharmacology* **185**: 182–201
- Madhumitha G, Rajakumar G, Roopan SM. 2012. Acaricidal, insecticidal, and larvicidal efficacy of fruit peel aqueous extract of *Annona squamosa* and its compounds against blood-feeding parasites. *Parasitology Research* **111**: 2189
- Mañas M. 2005. *Aloe vera*. BioLib. Available from www.biolib.cz (accessed October 2018).
- Meira CS, Guimarães ET, Macedo TS, da Silva TB, Menezes LRA, Costa EV, Soares MBP. 2013. Chemical composition of essential oils from *Annona vepretorum* Mart. and *Annona squamosa* L. (*Annonaceae*) leaves and their antimalarial and trypanocidal activities. *Journal of Essential Oil Research* **27**: 2

- Mikulka J. 2011. Expanze teplomilných plevelných druhů na zemědělské půdě. *Úroda* 368–373
- Moghadamtousi SZ, Goh HB, Chan KCH, Shabab T, Kadir AH. 2013. Biological Activities and Phytochemicals of *Swietenia macrophylla* King. *Molecules* **18**: 10465-10483
- Moghadamtousi SZ, Fadaeinasab M, Nikzad S, Mohan G, Ali HM, Kadir HA. 2015. *Annona muricata* (Annonaceae): A Review of Its Traditional Uses, Isolated Acetogenins and Biological Activities. *International Journal of Molecular Sciences* **16**: 15625-15658
- Molento MB. 2009. Parasite control in the age of drug resistance and changing agricultural practices. *Veterinary Parasitology* **163**: 229-234
- Mossini SAG, Kimmelmeier C. 2005. A árvore nim (*Azadirachta indica*. A. Juss.): Múltiplos usos. *Acta Farm Bonaer* **24**:139–148
- Naboulsi I, Aboulmouhajir A, Kouisni L, Bekkaoui F, Yasri A. 2018. Plants extracts and secondary metabolites, their extraction methods and use in agriculture for controlling crop stresses and improving productivity: A review. *Academia Journal Of Medicinal Plants* **6**: 223-240
- Ndlovu, T, Chimonyo M, Muchenje V. 2009. Monthly changes in body condition scores and internal parasite prevalence in Nguni, Bonsmara and Angus steers raised on sweetveld. *Tropical Animal Health and Production* **41**: 1169
- Pavela P. 2016. History, Presence and Perspective of Using Plant Extracts as Commercial Botanical Insecticides and Farm Products for Protection against Insects – a Review. *Plant Protect Science* **52**: 229–241
- Payne E, Kotze AC, Durmic Z, Vercoe PE. 2013. Australian plants show anthelmintic activity toward equine cyathostomins *in vitro*. *Veterinary Parasitology* **196**: 153-160
- Peachey LE, Pinchbeck GL, Matthews JB, Burden FA, Muluheta G, Scantlebury CE, Hodgkinson JE. 2015. An evidence-based approach to the evaluation of ethnoveterinary medicines against strongyle nematodes of equids. *Veterinary Parasitology* **210**: 40-52
- Petruzzello M. 2015. Jimsonweed. *Britannica*. Available from www.britannica.com (accesed February 2019).

- Petruzzello M. 2015. Thyme. Britannica. Available from www.britannica.com (accessed March 2019).
- Petruzzello M. 2018. Neem tree. Britannica. Available from www.britannica.com (accessed February 2019).
- Prokop M. 2017. Agromanual. Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský, Brno. Available from www.agromanual.cz (accessed December 2018).
- Prudký L. 2011. *Eimeria maxima*. BioLib. Available from www.biolib.cz (accessed October 2018).
- Prudký L. 2013. Podčeleď Cyathostominae Nicoll. Biolib. Available from www.biolib.cz (accessed March 2019).
- Quiroz-Castañeda ER, Amaro-Estrada I, Rodríguez-Camarillo DS. 2016. *Anaplasma marginale*: Diversity, Virulence, and Vaccine Landscape through a Genomics Approach. Biomed Research International DOI: 10.1155/2016/9032085
- Rauf A, Uddin D, Patel S, Khan A, Halim SA, Bawazzer S, Ahmad K, Muhammad N, Mubarak MS. 2017. *Diospyros*, an under-utilized, multi-purpose plant genus: A review. Biomedicine & Pharmacotherapy **91**: 714-730
- Razavi SM, Asadpour M, Jafari A, Malekpour SH. 2014. The field efficacy of *Lepidium latifolium* and *Zataria multiflora* methanolic extracts against *Varroa destructor*. Parasitology Research **114**: 4233
- Rogers K. 2016. *Trichinella spiralis*. Britannica. Available from www.britannica.com (accessed March 2019).
- Rosenkranz P, Auimeier P, Ziegelmann A. 2010. Biology and control of *Varroa destructor*.
- Roy B, Swargiary A. 2009. Anthelmintic efficacy of ethanolic shoot extract of *Alpinia nigra* on tegumental enzymes of *Fasciolopsis buski*, a giant intestinal parasite. J Parasit Dis **33**: 48–53
- Roy S, Rao K, Bhuvanewari C, Giri A, Mangamoori LN. 2009. Phytochemical analysis of *Andrographis paniculata* extract and its antimicrobial activity. World Journal of Microbiology and Biotechnology **26**: 85

- Sadia S, Tariq A, Shaheen S, Malik K, Khan F, Ahmad M, Quereshi H, Nayyar GB. 2018. Ethnopharmacological profile of anti-arthritic plants of Asia-a systematic review. *Journal Of Herbal Medicine* **13**: 8-25
- Salvana EDTM, Salata RA, King CH. 2014. Chapter 47 - Parasitic Infections of the Central Nervous System. *Aminoff's Neurology and General Medicine* **5**: 947-968
- Sasidharan S, Chen Y, Saravanan D, Sundram MK, Latha Yoga L. 2011. Extraction, Isolation And Characterization Of Bioactive Compounds From Plants' Extracts. *African Journal Of Traditional, Complementary And Alternative Medicines* **8**: 1-10
- Sayyed A, Shah M. 2014. Phytochemistry, pharmacological and traditional uses of *Datura stramonium* L. review. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry* **2**: 123-125
- Shalaby MA, Moghazy FM, Shalaby HA, Nasr SM. 2010. Effect of methanolic extract of *Balanites aegyptiaca* fruits on enteral and parenteral stages of *Trichinella spiralis* in rats. *Parasitol Recherche* **107**: 17
- Shyma KP, Gupta JP, Ghosh S, Patel KK. 2014. Acaricidal effect of herbal extracts against cattle tick *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* using in vitro studies. *Parasitology Research* **113**: 1919
- Silva ML, Luz DA, da Paixão TP, Silva JPB, Belém-Filho IJA, Fernandes LMP, Gonçalves ACB, Fontes-Júnior EA, de Andrade MA, Maia CSF. 2015. *Petiveria alliacea* exerts mnemonic and learning effects on rats. *Journal of Ethnopharmacology* **169**: 124-129
- Singh D. 2014. Management of Mite Pests in Honeybee Colonies Through Botanicals. *Advances in Plant Biopesticides* 271-277
- Smrčka R. 2018. Včela medonosná – vývojová stádia včely medonosné. iVčelařství. Available from www.ivcelarstvi.cz (accessed October 2018).
- Soni P, Siddiqui AA, Dwivedi J, Soni V. 2012. Pharmacological properties of *Datura stramonium* L. as a potential medicinal tree: an overview. *Asian Pac J Trop Biomed* **2**: 1002–1008
- Squires MJ, Ferreira FSJ, Lindsay SD, Zajac MA. 2011. Effects of artemisinin and *Artemisia* extracts on *Haemonchus contortus* in gerbils (*Meriones unguiculatus*). *Veterinary Parasitology* **175**: 103-108

- Tikkanen A. 2013. Trichinosis. Britannica. Available from www.britannica.com (accessed March 2019).
- Van Die I, Cummings D. 2010. Chapter 15 - Glycomics in Unraveling Glycan-Driven Immune Responses by Parasitic Helminths. *Handbook of Glycomics* 367-396
- Vinceković M, Viskiće M, Jurić S, Giacometti J, Bursać Kovačević D, Putnik P, Donsí F, Barba JF, Režek Jambrak A. 2017. Innovative technologies for encapsulation of Mediterranean plants extracts. *Trends In Food Science & Technology* **69**: 1-12
- Waller PJ, Chandrawathani P. 2005. *Haemonchu contortus*: Parasite problem No. 1 from tropics – polar circle. Problems and prospects for control based on epidemiology. *Tropical Biomedicine* **22**: 131–137
- Yadav AK, Temjenmongla. 2012. Efficacy of *Lasia spinosa* leaf extract in treating mice infected with *Trichinella spiralis*. *Parasitology Research* **110**: 493
- Yim D, Kang SS, Kim DW, Kim SH, Lillehoj HS, Min W. 2011. Protective effects of Aloe vera-based diets in *Eimeria maxima*-infected broiler chickens. *Experimental Parasitology* **127**: 322-325
- Zhai SL, Wen XH, Lv DH, Sun MF, Zou FC, Wei WK. 2014. Severe diarrhea due to mixed infection of tapeworms and whipworms in black goats. *Global Journal of Agriculture and Agricultural Sciences* **2**: 181-183.
- Zhang DF, Sun BB, Yue YY, Zhou QJ, Du AF. 2012. Anticoccidial activity of traditional Chinese herbal *Dichroa febrifuga* Lour. extract against *Eimeria tenella* infection in chickens. *Parasitology Research* **111**: 2229–2233
- Zicha O. 2005. *Apis mellifera*. BioLib. Available from www.biolib.cz (accessed October 2018).
- Zicha O. 2005. *Varroa destructor*. BioLib. Available from www.biolib.cz (accessed October 2018).
- Zicha O. 2006. Druh svalovec stočený *Trichinella spiralis*. Biolib. Available from www.biolib.cz (accessed March 2019).
- Zicha O. 2013. *Rhipicephalus microplus*. BioLib. Available from www.biolib.cz (accessed February 2019).