

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra zoologie a rybářství



Parazitární napadení a kvalita masa hostitele

Diplomová práce

Autor práce: Bc. Petra Dědinová

Obor studia: Kvalita a zpracování zemědělských produktů

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

© 2019 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Parazitární napadení a kvalita masa hostitele" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne 5. 4. 2019

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala především prof. Ing. Ivaně Jankovské, Ph.D. za odborné vedení a pomoc při zpracování diplomové práce, dále Ing. Janu Magdálkovi, za cenné rady, za odborné vedení v laboratoři a za poskytnutí výsledků a Ing. Martině Albrechtové za vedení v laboratoři. V neposlední řadě bych chtěla poděkovat své rodině za podporu při mém studiu.

Parazitární napadení a kvalita masa hostitele

Souhrn

Tato diplomová práce je souhrnem vědeckých poznatků o kvalitě masa a parazitární infekci. Cílem této práce bylo zpracovat literární rešerši, která se týká vlivu napadení parazity na kvalitu masa hostitele. Hostitelem mohou být divocí přežvýkavci, ale také domácí přežvýkavci, na které hrozí přenos infekce. Zvěřina je velmi žádaným masem díky svým dietetickým vlastnostem, kterými jsou vysoký obsah bílkovin, minerálních látek, příznivý poměr mastných kyselin a nízký obsah tuku a cholesterolu. Kvalita masa může být ovlivněna stresem zvířete před porážkou, což je problém u farmových chovů. Mezi další zásadní faktory je možné zařadit způsob chovu a porážky, způsob přepravy před porážkou a také vyvěšení jatečně upraveného těla a výživa zvířat. Právě výživa je spojená s napadením gastrointestinálními hlísticemi, které mohou mít negativní vliv na vstřebávání živin a narušují sliznici gastrointestinálního traktu přežvýkavců.

V experimentální části práce bylo cílem zjistit napadení gastrointestinálními hlísticemi u vybraných divoce žijících přežvýkavců v České republice. Pomocí helmintologické pitvy bylo vyšetřeno celkem 25 vzorků. Z toho 7 vzorků zvířat na přítomnost dospělých jedinců v jednotlivých částech trávicího traktu, slezu, tenkém střevě, tlustém střevě a slepém střevě. Výsledky prokázaly výskyt několika druhů parazitů, které mohou mít v případě silné infekce i letální charakter. U zbylých 18 vzorků byl vyšetřen pouze slez a tenké střevo, a to na přítomnost dospělých jedinců a hypobiovaných larev ve sliznici slezu a tenkého střeva. Některé druhy hlístic jsou schopné při nepříznivých podmínkách přerušit vývoj larev a zavrtávají se do sliznice, této adaptaci se říká hypobióza. Byly nalezeny velké infekce ve slezu vyšetřovaných přežvýkavců, které byly způsobeny především rody *Haemonchus*, *Ashworthius*, *Spiculoptera*, *Ostertagia* a *Teladorsagia*. Naše hypotéza „Gastrointestinální hlístice u volně žijících přežvýkavců v České republice nepoškozují střevní sliznici hostitele“ byla potvrzena na základě výsledků, které prokázaly jen 6 % vzorků pozitivních na výskyt hypobiovaných larev ve sliznici tenkého střeva.

Napadení parazity je možné léčit anthelmintiky. Může ale docházet k problémům rezistence parazitů na léčiva, proto je nejlepší prevence nákazy. Vědci přichází s novou metodou léčby, čímž je omezení výskytu infekčních larev na pastvině pomocí přirozených konkurentů hlístic, například použití houby *Duddington flagrans*, která tyto helminty ničí.

Klíčová slova: helmint, hlístice, parazit, hostitel, přežvýkavec, svalovina

Parasitic infestation and meat quality of a host

Summary

This thesis is a summary of scientific findings focused on meat quality and parasitic infection. The goal of this research was elaboration of research concerning the influence of parasite infestation the quality of the meat of host. The host can be wild ruminants but also domestic ruminants that are at risk of transmitting infection. Venison is a very popular meat because of its dietary properties as this game meat is high in protein, minerals, a favourable ratio of fatty acids and low fat to the level of cholesterol. The quality of the meat can be affected by the stress of the animal before slaughter this could be an issue in case of farm animals. The other essential factors include the type of farming and slaughter, the way of transportation before slaughter, and post mortal handling of carcasses and animal nutrition. It is the nutrition that is associated with gastrointestinal nematode attack, which could have a negative effect on nutrient absorption and disrupt the mucosa of the gastrointestinal tract of ruminants. The goal of the experimental part was to detect gastrointestinal nematode infestation in selected ruminants living widely in the Czech Republic. A total of 25 samples were examined using helminthology dissection. Out of these, 7 animal samples were used for testing of the presence of adult nematode in individual parts of the gastrointestinal tract, spleen, small intestine, colon and caecum. The results showed the occurrence of several species of parasites that could cause a strong infection which could lead into lethal character. In the remaining 18 samples, only the spleen and the small intestine were examined for the presence of adult and hypobiated larvae in the mucosa of the spleen and small intestine. Some nematodes are able to interrupt the development of larvae stadium during unfavourable conditions and they can get into the mucosa, this adaptation is called hypobiosis. Large infections were caused mainly by the species *Haemonchus*, *Ashworthius*, *Spiculoptera*, *Ostertagia* and *Teladorsagia* in the tested ruminants. Our hypothesis "Gastrointestinal nematodes in wild ruminants in the Czech Republic does not damage the intestinal mucosa of the host" was confirmed on the basis of results that showed that only 6 % of samples were positive for hypobiated larvae in the small intestinal mucosa. Parasite attack can be treated with anthelmintics. However, there may be problem with parasite resistance to drugs, therefor the infection prevention is best. Scientists are coming up with a new method of treatment limiting the incidence of infectious larvae in pasture by using natural nematode competitors such as the use of *Duddington flagrans*, which destroys these helminths.

Keywords: helminth, nematode, parasite, host, ruminant, muscles

Obsah

1 Úvod	8
2 Cíl práce.....	9
3 Literární rešerše.....	10
3.1 Kvalita masa	10
3.1.1 Složení masa	11
3.1.2 Faktory ovlivňující kvalitu masa	14
3.1.3 Postmortální změny	17
3.1.3.1 Prae – rigor mortis.....	19
3.1.3.2 Rigor mortis	21
3.1.3.3 Zrání masa.....	21
3.1.3.4 Hluboká autolýza	22
3.1.4 Abnormální průběh postmortálních změn a základní formy kažení.....	22
3.1.5 Význam masa ve výživě a spotřeba masa.....	25
3.2 Divocí přezvýkavci v ČR	28
3.2.1 Jelenovití (Cervidae).....	29
3.2.1.1 Jelen lesní (<i>Cervus elaphus</i>).....	30
3.2.1.2 Daněk evropský (<i>Dama dama</i>)	31
3.2.1.3 Jelen sika (<i>Cervus nippon</i>)	32
3.2.1.4 Jelenec běloocasý (<i>Odocoileus virginianus</i>).....	33
3.2.1.5 Srnec obecný (<i>Capreolus capreolus</i>)	34
3.2.1.6 Los evropský (<i>Alces alce</i>)	34
3.2.2 Turovití (Bovidae)	35
3.2.2.1 Muflon (<i>Ovis montanus</i>)	35
3.2.2.2 Koza bezoárová (<i>Capra aegagrus</i>)	36
3.3 Parazité zvířete	37
3.3.1 Kmen Nematoda	37

3.3.2	Adaptace larev	39
3.3.3	Hlístice parazitující v trávicím traktu divokých přežvýkavců	41
3.3.3.1	Hlístice parazitující ve slezu	42
3.3.3.2	Hlístice parazitující v tenkém střevě	45
3.3.3.3	Hlístice parazitující v tlustém střevě	47
3.3.3.4	Hlístice parazitující v slepém střevě.....	48
3.3.4	Monitoring parazitóz u spárkaté zvěře.....	50
3.4	Prevence	51
4	Metodika	56
4.1	Původ vyšetřovaných hostitelů.....	56
4.2	Helmintologická pitva.....	58
4.3	Diagnostika	62
4.4	Statistické šetření	62
5	Výsledky.....	63
6	Diskuze.....	71
7	Závěr	75
8	Literatura.....	76
9	Seznam použitých zkratk a symbolů.....	86
10	Samostatné přílohy	I

1 Úvod

V dnešní době roste zájem o vysoce kvalitní a zdravé produkty. Zvěřina je díky svým dietetickým vlastnostem, nízkému obsahu tuku a cholesterolu a vysokému obsahu bílkovin, velmi vyhledávanou surovinou. Stále více roste poptávka po tomto mase a tím také spotřeba. Lov zvěře je sezónní, proto se rozvíjí farmové chovy, aby byl neustálý přísun zvěřiny. Zvěřina tedy může být získána z farmových chovů anebo z volnosti. Zvířata jsou chována na pastvinách, připomínající jejich přirozené prostředí. To s sebou nese určitá rizika.

Existuje mnoho faktorů, které ovlivňují kvalitu masa. Tyto faktory mohou být způsobeny před porážkou, ale také nesprávnou manipulací s masem po porážce. Některé z těchto faktorů lze změnit, což má významný dopad na získání nejlepší kulinární a technologické kvality masa. V případě chovu divokých přežvýkavců je třeba soustředit se na správnou manipulaci před porážkou, aby se snížil účinek stresu. Velký důraz by se měl klást také na manipulaci se zvířaty po porážce a na pečlivý výběr nejlepšího způsobu skladování, který spotřebitelům poskytne nejkvalitnější zvěřinu.

Nedílnou součástí naší přírody je zvěř, která je velmi citlivým indikátorem biologické rovnováhy. Myslivecká ekonomika je zásadně ovlivněna zdravotním stavem zvěře. Zvěř je napadána parazity, kteří mohou být také původcem onemocnění pro hospodářská zvířata a člověka. K nejvýznamnějším a nejvíce rozšířeným onemocněním spárkaté zvěře patří parazitární infekce, z nichž závažnější jsou endoparazitózy.

Hlístice a jejich larvální stádia se mohou nacházet v gastrointestinálním traktu. Ve slezu se nachází např. *Haemonchus*, *Trichostrongylus* atd., nebo ve střevech např. *Cooperia*, *Bunostomum* atd. u skotu, ovcí, koz a divokých přežvýkavců. Přítomnost hlístic ve střevě může způsobit různé typy gastrointestinálních poruch, jako je průjem, vyčerpání střevních minerálů a snížení enzymatické aktivity. Tyto příznaky mohou být také spojeny s anémií následkem porušení střevní sliznice. Léčení probíhá anthelmintiky, obsahujícími specifické látky proti jednotlivým rodům.

Člověk stále více zasahuje do přírody a tento lidský faktor vystavuje zvěř stresu, který přispívá k šíření parazitóz, protože se zvěř stává náchylnější k infekcím. Chovem zvířat na menší ploše ve větším počtu, než by tomu bylo v přirozených podmínkách, dochází k přenosu a usnadnění přežití parazitů. Důležitý je pravidelný monitoring napadení parazity u volně žijících přežvýkavců, aby mohlo být pomocí preventivního opatření a podání léčivých látek tlumeno šíření parazitóz. Nebezpečí těchto parazitárních infekcí je především pro mláďata, březí samice, starší jedince a jedince s oslabenou imunitou.

2 Cíl práce

Cílem této práce bylo zpracovat literární rešerši týkající se vlivu napadení parazity na kvalitu masa hostitele (přezvýkavce) a zjistit napadení gastrointestinálními hlísticemi u vybraných divoce žijících přezvýkavců v České republice.

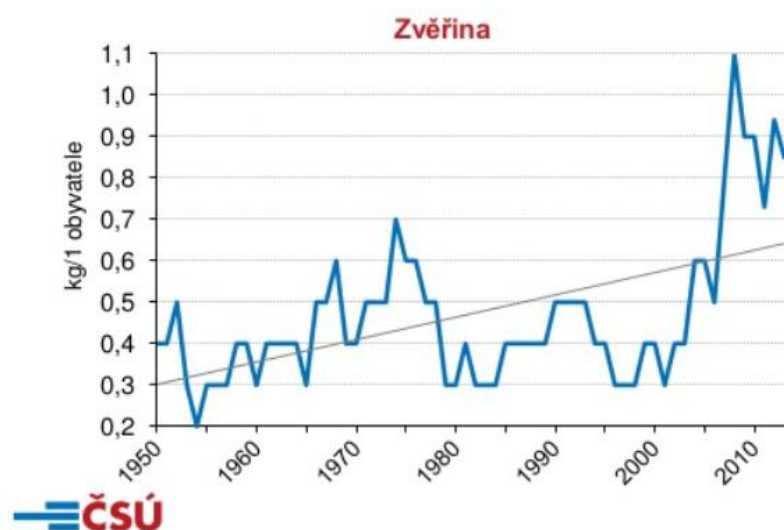
Hypotéza: Gastrointestinální hlístice u volně žijících přezvýkavců v České republice nepoškozují střevní sliznici hostitele.

3 Literární rešerše

3.1 Kvalita masa

Dle vyhlášky Ministerstva zemědělství č. 69/2016 Sb. se pojmem maso rozumí výsekové maso rozbourané, výsekové části jatečně upravených těl zvířat, určené k uvádění na trh, kosti získané bouráním jatečně upravených těl, krev získaná při porážce jatečných zvířat technologickým postupem, který vylučuje kontaminaci takto získané krve, určené pro výrobu potravin, syrové sádlo nebo syrový lůj jako tuková tkáň určená pro lidskou spotřebu získaná z jatečně upravených těl zvířat nebo při bourání masa, zvěřinou maso volně žijící zvěře, masem z farmové zvěře maso z farmově chované zvěře (Vyhláška č. 69/2016 Sb., zákon o myslivosti č. 449/2001 Sb.).

Zvěřina je definována jako požitelné části těla zvěře, zahrnující mimo svaloviny také požitelné vnitřní orgány. Jedná se o maso zvěře, srstnaté i pernaté, ulovené ve volné přírodě spadající pod zákon o myslivosti. Zvěř z farmového chovu se považuje za hospodářská zvířata, a tudíž spadá pod zákon o veterinární péči. Zvěřina je v České republice konzumovaná v malé míře, a to především kvůli omezené dostupnosti, avšak konzumace se mírně zvyšuje díky jejím nutričním hodnotám a také specifickým organoleptickým vlastnostem. Zvěřina je bohatá na bílkoviny a minerální látky, obsahuje příznivý poměr mastných kyselin a má nízký obsah tuku a cholesterolu. Spotřeba zvěřiny se v České republice pohybuje kolem kilogramu na jednoho obyvatele za rok (Obrázek 1).



Obrázek č. 1: Spotřeba zvěřiny (ČSÚ 2015).

3.1.1 Složení masa

Zvěřina má velmi nízký obsah svalového tuku (Tabulka 1), který se skládá převážně ze strukturních lipidových složek (fosfolipidů a cholesterolu), které mají vysoké podíly polynenasycených mastných kyselin. To má za následek, že maso má žádoucí poměr polynenasycených a nasycených mastných kyselin a n – 6 : n – 3 mastných kyselin (Hoffman & Wiklund 2006). Barva zvěřiny je na rozdíl od dalších druhů mas tmavší, což je způsobeno obsahem hemových barviv. Jedná se o velmi hodnotný zdroj bílkovin a minerálních látek (Radder & Roux 2002).

Tabulka č. 1: Obsah nutrientů u jeleního, hovězího a jehněčího masa (Wiklund et al. 2014).

Druh	Bílkoviny (g/100g)	Tuky (g/100g)	Železo (mg/100g)	Selen (μg/100g)	Vitamin E (mg/100g)	Cholesterol (mg/100g)	PUFA (g/100g)
jelení	22,6	1,2	3,3	9,0	0,8	59,0	0,3
hovězí	21,8	3,9	2,2	9,0	0,1	52,0	0,2
jehněčí	20,0	2,5	1,6	1,4	0,7	78,0	0,2

Největší zastoupení má v mase voda (Tabulka 2). Obsah vody je ovlivněn několika faktory (druh zvěře, obsah tuku v mase) a pohybuje se od 46 % do 78 %. Při jatečném zpracování se nejvíce požaduje schopnost vázat vodu, tedy vaznost masa. Voda je významná pro sensorickou a technologickou jakost masa. Nutriční význam je zanedbatelný (Forejtek et al. 2009). Voda v mase je vázána uvnitř myofibril mezi filamenty. Během *rigor mortis* dochází ke ztrátám vody, což je způsobeno smršťováním filament a také tepelným zpracováním masa (Kameník 2014).

Tabulka č. 2: Obsah vody ve vybraných druzích masa (Forejtek et al. 2009).

Maso (100g)	srnčí hřbet	srnčí kýta	jelení hřbet	divoké prase	zajíc	divoký králík	bažant	divoká kachna	hovězí hřbet	vepřový hřbet
obsah vody (g)	72,2	75,7	74,7	75,0	73,3	69,9	74,0	73,0	75,1	71,1

Ve vodě a ve svalovině se nachází rozpuštěné minerální látky v podobě iontů, které tvoří přibližně 1 % hmotnosti masa. Minerální látky zastupují širokou škálu funkcí. Obsažený hořčík ovlivňuje enzymatickou aktivitu. Vápník má význam při srážení krve, při svalové

kontrakci a také je důležitý pro tvorbu kostí. Kromě hořčíku a vápníku je maso bohatým zdrojem draslíku, fosforu, selenu a také železa (Pipek & Pour 1998). Podle Winkelmayera et al. (2005) je tmavší barva masa způsobena obsahem železa, které je přítomno v hemových barvivech. Minerální látky, které zvěř získává z potravy, mohou obsahovat i toxické prvky jako je kadmium, olovo nebo rtuť.

Zvěřina je významným zdrojem vitaminů (Tabulka 3). Jedná se především o vitaminy skupiny B, mezi které patří thiamin, riboflavin a další. V játrech se vyskytuje vitamin C a v tukové tkáni jsou obsaženy lipofilní vitaminy A, D, E, K (Pipek & Pour 1998).

Tabulka č. 3. Obsah vitaminů v [g/100 g masa] (Straka 2007).

druh masa	druhy vitaminů					
	thiamin	riboflavin	niacin	pyridoxin	kys. pant.	biotin
jelení	0,16	0,69	5,5	0,65	6,5	1
hovězí	0,1	0,21	5	0,53	4,7	0,2
druh masa	druhy vitaminů					
	folacin	vitamin C	vitamin A	vitamin D	vitamin E	vitamin K
jelení	6	1,5	stopy	0,6	0,23	0,15
hovězí	9	0	stopy	0,5	0,13	0,11

Zvěřina je bohatým zdrojem bílkovin s obsahem 18 - 22 %. Jedná se o polymerní sloučeniny, které jsou tvořeny aminokyselinami. Zvěřina obsahuje pro člověka důležité esenciální aminokyseliny, které si tělo nedokáže samo syntetizovat, ale potřebuje je pro výstavbu tkání (Kameník 2014). Podle Pipka & Poura (1998) se bílkoviny rozdělují na sakroplazmatické, myofibrilární a stromatické, a to podle své rozpustnosti v solných roztocích a ve vodě. Mezi sakroplazmatické bílkoviny se řadí hemová barviva odpovědná za barvu krve a masa, myoglobin a hemoglobin. Při tepelném zpracování denaturují a mění strukturu svaloviny na pevnější. Za kontrakce svalu jsou odpovědné myofibrilární bílkoviny, které také vážou vodu v mase. Jedná se o aktin a myosin a určují průběh *post-mortem* změn v mase. Tkáně, šlachy, kůže, kosti a svalová tkáň jsou tvořeny stromatickými bílkoviny, které ale nejsou plnohodnotné kvůli absenci některých esenciálních aminokyselin.

Tuk dodává masu šťavnatost, texturu, chuť a je také zdrojem energie, nasycených mastných kyselin a cholesterolu. Jeho obsah v mase se pohybuje od 0,35 do 10,9 g / 100 g.

Volpelli et al. (2003) uvádějí nižší obsah tuku v mase u divoce žijících jedinců, kdežto Daszkiewicz et al. (2015) uvádějí vyšší obsah tuku u divoce žijících jedinců. Hladina cholesterolu bývá ovlivněna věkem zvířat, tudíž mladší jedinci mají maso s nižším obsahem cholesterolu. Jelení maso má velmi dobrý poměr n - 6 a n - 3 polynenasycených mastných kyselin a příznivě je tento poměr ovlivněn travnatým krmivem ($n - 6 / n - 3 = 2,1 - 3,3$). Chuť zvěřiny z volné přírody je ovlivněna vyšším obsahem polynenasycených mastných kyselin, které jsou pro náš organismus esenciální. Bureš et al. (2015) ve své práci uvádějí, že jelení maso má velmi nízkou koncentraci lipidů a cholesterolu ve svalech. Jedná se primárně o strukturní lipidy (fosfolipidy) s nízkým počtem triacylglycerolů. Dále uvádějí, že ve zvěřině byly zjištěny nižší podíly SFA a MUFA než u hovězího masa, zejména v důsledku nižších poměrů kyseliny palmitové (C16: 0) a olejové (C18: 1n-9). Mezi základními PUFA byl obsah kyseliny linolové (C18: 2n-6) a kyseliny linolenové (C18: 3n-3) ve zvěřině značně vyšší než u hovězího masa. Pokud jde o vysoce nenasycené PUFA s dlouhým řetězcem, které jsou produkty desaturace a prodloužení C18: 2n-6 a C18: 3n-3, bylo zjištěno několik významných rozdílů mezi zvěřinou a hovězím masem, ale také mezi dvěma druhy jelenů. Podíl kyseliny linolové (C18: 2n-6) byl u obou druhů jelenů podobný, poměr jeho metabolitu kyseliny arachidonové (C20: 4n-6) byl výrazně vyšší. Další výsledky ukazují, že zvěřina ve srovnání s hovězím masem, obsahovala vyšší podíl C20: 5n-3 (kyselina eikosapentaenová, EPA) a C22: 6n-3 (dokosahexaenová kyselina; DHA), které mají ochranné účinky proti kardiovaskulárním onemocněním.

Relativně malý obsah v mase zaujímají extraktivní látky, které jsou extrahovatelné vodou o teplotě 80 °C. Tyto látky ovlivňují aroma a chuť masa a vznikají především v průběhu posmrtných změn (Ingr 2003). Méně informací je k dispozici o mnoha dalších sloučeninách ve zvěřině, které nejsou obecně uznávány jako živiny, avšak bylo prokázáno, že mají za určitých podmínek bioaktivní vlastnosti. Přísady potravin označené jako bioaktivní mají prokázaný příznivý účinek na zdraví a pohodu spotřebitelů nad rámec běžných nutričních vlastností. Jejich působení má selektivní a pozitivní účinek na specifické funkce lidského těla, včetně prevence a léčby onemocnění. Příklady takových sloučenin v mase zahrnují antioxidanty, jako jsou homology vitamínu E, koenzym Q10, taurin, karnosin, anserin a izomery CLA - konjugovaná kyselina linolová. Všechny tyto vlastnosti zvěřiny jsou v dnešní náročné spotřebě masa velkým požadavkem a činí z nich zdravou alternativu k tradičnímu červenému masu, jako je hovězí nebo skopové maso (Florek & Drozd 2013).

3.1.2 Faktory ovlivňující kvalitu masa

Zvěřina je považována za zdravé maso, s nízkým obsahem tuku a cholesterolu a s vysokým obsahem bílkovin. Je spoustu faktorů ovlivňujících kvalitu zvěřiny, jako je pohlaví, věk, metoda před porážkou, přeprava, ustájení, elektrická stimulace, výživa, metoda zavěšení, stav zvířete, typ svalů a zrání masa. Složení zvěřiny je ovlivněno druhem a stářím zvířete, maso mláďat obsahuje více vody (Bykowska & Plaizier 2018).

Spotřebitelé si více uvědomují a často věnují pozornost kvalitě a původu masa. Pozitivní dopad na kvalitu a tržní poptávku zvěřiny lze pozorovat díky nepřidávání umělých aditiv do živočišné stravy a masných výrobků (Volpelli et al. 2003). Volnočasové zemědělství splňuje očekávání spotřebitelů z důvodu ekologického chovu. Tento zemědělský systém má své nevýhody. Jednou z nich je potřeba přepravy jelena před porážkou, což je zdrojem stresu a negativně ovlivňuje konečnou kvalitu zvěřiny (Cifuni et al. 2014). Stres není jediným faktorem ovlivňujícím kvalitu masa z jelena. Mezi další zásadní faktory je možné zařadit způsob chovu a porážky, způsob přepravy před porážkou a také vyvěšení jatečně upraveného těla, výživa a stav těla (Daszkiewicz et al. 2015).

U přežvýkavců ovlivňuje pohlaví a poměr krmiva míru růstu, což vede k rozdílům obsahu tuku a jeho lokalizaci. Rozdíly mezi samci a samicemi jsou spojeny s dobou pohlavního zrání a skutečností, že samice pohlavně vyspívají dříve než samci (Guerrero et al. 2013). Samci dosahují ve výkrmu vyšší intenzitu růstu oproti samicím a to přibližně o 10 – 30 %, to způsobuje vyšší tělesnou hmotnost v dospělosti a také vyšší využití živin z krmiva. Rozdíly mezi samci a samicemi jsou také dány sezónními behaviorálními rozdíly. Doba páření, tedy jelení říje, ovlivňuje především samce a vede ke ztrátě jejich tělesné hmotnosti z důvodu menšího příjmu potravy. Analýza vlivu pohlaví na pH zvěře dává nesrovnatelné výsledky. Vliv pohlaví je zaznamenán při pozorování barvy zvěřiny. Maso samců je charakterizované vyšším obsahem intramuskulárního tuku a obsahem vody ve srovnání se samicemi. Hutchison et al. (2012) a Piaskowska et al. (2015) analyzovali hodnotu stříhové síly svaloviny a pozorovali, že zvěřina od samců měla o něco vyšší hodnotu stříhové síly ve srovnání se samicemi. Piaskowska et al. (2015) uvádějí vliv pohlaví na sensorické vlastnosti zvěřiny. Maso samců bylo jemnější a maso samic bylo šťavnatější. Křehkost samčího masa může být spojena s vyšším obsahem tuku a vyšším obsahem polynenasycených mastných kyselin. Šťavnatost masa samice může být spojena s vyšším pH masa.

Co se týče jakosti masa z plemene, tak se zřetelně liší. Nicméně kvůli nesrovnalostem v předkládané literatuře při současném stavu znalostí je těžké ukázat, zda samice nebo samci poskytují nejlepší zvěřinu. Naopak skutečnost, že pohlaví ovlivňuje náchylnost masa ke ztrátě vody, křehkosti a chuti, může snížit upotřebitelnost zvěřiny jako kulinařského masa a omezit jeho užitečnost pro zpracování v masném průmyslu (Bykowska & Plaizier 2018).

Borys et al. (2012) uvádějí, že nejlepší kvalita masa je získávána od jelena ve stáří 1,5 roku s hmotností jatečně upraveného těla o hmotnosti 25-35 kg. U farmově chovaných jelenů je snadné kontrolovat věk a hmotnost poražených zvířat, avšak doba porážky je ovlivněna chovnou sezonou a počasím (příliš vysoká teplota negativně ovlivňuje kvalitu zvěřiny). U lovených zvířat je doba lovu ovlivněna především loveckou sezónou a zákony.

Volpelli et al. (2003) ve své práci uvádějí, že věk ovlivňuje chemické složení zvěřiny. Třicetiletý samec měl vyšší obsah tuku v *musculus longissimus thoracis et lumborum* (hrudní a bederní sval) a vyšší obsah vody ve srovnání s osmnácti měsíčními samci. Věkový efekt byl pozorován také v obsahu rozpustného a nerozpustného kolagenu. Mladší jedinci měli nižší podíl nerozpustného kolagenu a vyšší podíl rozpustného kolagenu ve svalovině. Věk má vliv na kvalitu masa, starší zvířata se vyznačují tvrdším a tučnějším masem s tmavší barvou. Zvěřina, která je získána od mladších je přijatelnější a vhodnější pro kuchařské účely, pokud jde o jeho barvu. Maso ze starších kusů může být využíváno pro výrobu zpracovaných produktů, kde obsah vody a chemické složení výrobku může být uměle regulováno během zpracování.

Způsob porážky a chovu ovlivňují kvalitu masa. Porážka jelena z farmy je spojena se způsobem chovu. Zvěř je náchylná k stresu (Borys et al. 2012). Zákon č. 246/1992 Sb. na ochranu zvířat proti týrání stanovuje usmrcování zvířat pro hospodářské účely pouze porážením (omráčením a následným vykrvením) – a to jak na jatkách, tak při dodržení stanovených podmínek i na farmě. Manipulace a přeprava před porážkou úzce souvisí se stresem před porážkou a následně nejdůležitějším znakem kvality masa - hodnotou pH. pH masa závisí na glykogenových rezervách ve svalech, které mají významný vliv na výskyt nižší kvality masa definované jako DFD (tmavé, tuhé a suché). Rychlý pokles pH a vysoká teplota svalu mohou způsobit nižší kvalitu masa PSE (bledé, měkké, vodnaté). Konečné pH (dosaženo obvykle 24 hodin po porážce) má podstatný vliv na křehkost masa, schopnost zadržovat vodu a může ovlivnit jeho technologickou užitečnost. Hodnota pH v živém svalu se pohybuje v rozmezí 7,0-7,2 a klesá na hladinu 5,5-6,3 (průměrně 5,5-5,6) během

postmortální anaerobní glykolýzy. Konečná hodnota pH v kvalitních masech se pohybuje od 5,5 do 5,7 (Wiklund et al. 2014).

Daszkiewicz et al. (2015) srovnávají farmově chované jeleny a jeleny z volnosti. U 57 % zvířat pozorovali vysoké pH ($\text{pH} > 6,0$). Vysoké pH prokazuje významný vliv způsobu porážky/lovu na kvalitu masa. Zvěř z volnosti, která byla ulovena, má maso charakterizované nižším pH ($\text{pH} 5,53$) ve srovnání s farmovými chovy ($\text{pH} 5,88$). Maso z farmových zvířat je světlejší v porovnání se zvěří z volnosti. Cifuni et al. (2014) uvádějí, že maso z lovné zvěře má tmavší barvu, protože má nižší hladinu deoxymyoglobinu. Tmavší barva masa může být spojena s rezervami svalových glykogenů způsobených stresem a útekem zvěře při společných naháňkách, kde dochází k vyhánění zvěře. Daszkiewicz et al. (2015) pozorovali, že divoká zvířata byla charakterizována vyšším obsahem tuku ve svalovině a vyšší energetickou hodnotou masa ve srovnání se zvěří z farmy. Senzorické hodnocení ukázalo, že spotřebitelé preferují maso z volně žijících zvířat. Metoda usmrcování zvířat z farmy a způsob lovu volně žijící zvěře je nutno řádně zvolit, aby se minimalizoval stres před porážkou, což má významný dopad na kvalitu zvěřiny.

Dalším faktorem, který ovlivňuje kvalitu zvěřiny, je příkrmování a krmení. Zvěř z volnosti má nižší požadavky na krmení než ostatní farmově chovaná zvířata. Plochy, které nejsou vhodné pro zemědělské hospodaření, bývají využity jako pastviny pro obory a farmové chovy (Ludwiczak et al. 2017). V České republice je toto odvětví farmového chovu jelenů poměrně mladé. Nejvíce chovanými druhy je jelen lesní a daněk evropský. V současné době je v České republice kolem 550 zaregistrovaných farem s počtem chovaných zvířat okolo 10 000 (Bureš et al. 2017). Pro dosažení vyšší hmotnosti jatečně upraveného těla jsou zvířata krmena koncentrátem. Krmení koncentrátem může mít vliv na profil mastných kyselin a obsah intramuskulárního tuku (Hutchison et al. 2012). Hutchison et al. (2012) ve své práci uvádě, že u zvířat krmených koncentrátem byla zaznamenána vyšší tělesná hmotnost ($44,9 \times 42,3$ kg) a hmotnost jatečně upraveného těla ($30,1$ vs. $28,4$ kg) ve srovnání se zvěří, která je z volnosti a jejíž převážnou potravou jsou pastviny. Dále ve své práci zaznamenali větší ztrátu vody při rozmrazování v mase zvířat krmených koncentrátem ve srovnání s pastevním krmením zvěře. Maso zvířat krmených koncentráty má vyšší obsah intramuskulárního tuku než maso zvěře z volnosti. Volpelli et al. (2003) popisují chemické složení svaloviny, kde je významný vliv stravy na obsah vody, bílkovin, tuků a popelovin. Zvířata, která dostávají krmivo, mají nižší obsah vody v mase a vyšší obsah bílkovin, tuků a popela ve srovnání se zvířaty z pastvy. Zvěřina se stává stále oblíbenějším masem, ale musí

být jasně uvedeno, že maso z farmového chovu není stejné jako zvěřina získaná odlovem z volnosti. Chov a umělý výběr ovlivňuje jak kvalitu jatečně upraveného těla, tak i kvalitu zvěřiny. Manipulace s jatečně upravenými těly po porážce hraje také zásadní roli pro kvalitu zvěřiny. Zavěšení jatečně upravených těl, zrání masa a také správná hygiena při zacházení s masem jsou dalším faktorem ovlivňujícím kvalitu.

Kudrnáčová et al. (2018) uvádějí, že důležitými faktory, které kvalitu ovlivňují, jsou svalová vlákna. Především záleží na tom, o jaký typ svalového vlákna se jedná (I, IIA, IIB) a jaké je složení a poměr svalových vláken. To ovlivňuje metabolické procesy v mase, postmortální přeměnu svaloviny na maso. Typ svalového vlákna může být jiný u farmově chovaných jelenů než u divoce žijících, a to především typ svalového vlákna IIB. Jedná se o vlákno, které má nejvyšší glykolytickou aktivitu, a zapojuje se při silových a rychlostních zátěžích, kde převažuje anaerobní metabolismus. To převažuje u volně žijících jelenů.

Typ svalu a jeho struktura ovlivňují rychlost změn ve svalové tkáni po porážce. Typ svalu významně ovlivňuje technologickou kvalitu zvěřiny. Kvůli rozdílům v mikrostruktuře maso zraje různou rychlostí a dochází k *post-mortem* změnám. To ovlivňuje hodnotu pH masa, barvu masa, vaznost vody a chemické složení. Výše zmíněné faktory rozhodují o trvanlivosti zvěřiny - pH, o jeho použití v gastronomii - barva, vaznost vody (Wiklund et al. 2004).

Jedním z nejdůležitějších faktorů ovlivňujících kvalitu masa je zrání masa a jeho uchovávání. Doba skladování zvěřiny je významná z důvodu změny svalové mikrostruktury. Tyto vlastnosti ovlivňují vaznost vody, která je nezbytná pro skladování a tepelnou úpravu zvěřiny. Zvěřina vyžaduje zrání masa, aby došlo k rozvoji sensorických vlastností. Balení, která mají upravenou atmosféru, umožňují rozvoj sensorických vlastností díky snížení obsahu vody, kdežto u vakuových balení byly zaznamenány horší sensorické vlastnosti (Bykowska & Plaizier 2018).

3.1.3 Postmortální změny

Nedávné studie ukázaly, že funkční a technologické vlastnosti surovin, jakož i zavádění moderních technologií pro výrobu a zpracování zvěřiny, jsou nevyhnutelné a neocenitelné pro zajištění dostatku potravin. Zvěřina patří mezi suroviny s vysokou biologickou hodnotou (Kaimbayeva et al. 2018).

Podle jejích biochemických vlastností je zvěřina charakterizována vysokým obsahem bílkovin, dusíkatých látek, vitamínů, makro a mikroelementů (Bureš et al. 2015).

Podle obsahu nenahraditelných aminokyselin, jako je lysin a leucin, jelení maso přesahuje hovězí, vepřové i jehněčí maso. Vzhledem ke stálé poptávce po této komoditě se kvalita masa považuje za velmi důležité kritérium výběru. Jednou z podmínek tvorby jakosti a výtěžnosti produktu je úroveň a vývoj autolytických procesů (Kaimbaeva & Gurinovich 2016).

Kaimbayeva et al. (2018) ve své práci popisují stanovení referenční hodnoty kvality. Za tímto účelem byl studován nástup autolýzy u jeleního masa. V tabulce číslo 4 bylo hodnoceno několik indikátorů včetně pH, vaznosti vody, aktivity tkáňových enzymů a mikrostrukturálních změn s cílem navrhnout optimální dobu zrání jeleního masa. Tato zjištění jsou základem nejen pro zlepšení kvality vedlejších produktů, ale také pro poskytnutí nejvhodnějšího času pro zpracování masa z jelena. Vaznost vody je ovlivněna snížením hodnoty pH a tvorbou aktinomyosinového komplexu. To vede ke snížení výtěžnosti při tepelném zpracování masa a masných výrobků. Jedná se o jeden z nejdůležitějších praktických důsledků tuhnutí masa.

Tabulka č. 4: Změny strukturně-mechanických a funkčně-technologických indikátorů jeleního masa během procesu autolýzy (Kaimbayeva et al. 2018).

Délka autolýzy (min)	pH	Vaznost vody (%)	Síla stříhu (Pa)
30 min	5,6	66,80	308
24	5,2	52,32	312
48	5,3	53,35	315
72	5,4	54,6	330
96	5,5	56,6	350
120	5,5	57,24	360

Při dozrávání masa dochází ke změnám strukturně-mechanických indikátorů především v důsledku biochemických transformací v albuminovém systému. Způsob zrání zpracovaného masa je úzce spojen s vlivem proteolytických enzymů na strukturu tkáně. Strukturálně-mechanické ukazatele svalové tkáně jelena závisí na struktuře tkání a hloubce vývoje s ohledem na autolytické procesy (Wiklund et al. 2014).

Postmortální změny probíhající v masě mají čtyři stádia:

- 1) *pre-rigor mortis* (období teplého masa)
- 2) *rigor mortis*
- 3) zrání masa
- 4) hluboká autolýza

Zvýšená rychlost svalové glykolýzy v rané fázi po porážce vede ke snížení pH svalů, když je teplota svalů stále vysoká (a často vyšší než průměr), což způsobuje denaturaci svalových proteinů. Rychlost ochlazování svalů při vývoji *rigor* ovlivňuje rychlost glykolytických reakcí a tím ovlivňuje rychlost poklesu pH a přímo svalovou teplotu. Vzhledem k vysoké počáteční svalové teplotě způsobené metabolickou produkcí tepla a nízkou tepelnou vodivostí svalů by postmortální glykolýza měla být dokončena v hlubokých svalech předtím, než teplota svalů bude méně než 15 °C. V důsledku toho tyto svaly trpí denaturací svalových bílkovin, podobně jako vepřové maso PSE (Kim et al. 2014).

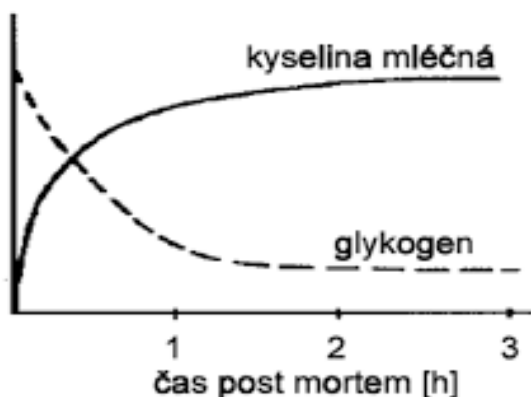
Myofibrilární proteiny představují 50-55 % z celkového obsahu proteinu tkáně kosterního svalstva a jsou definovány jako ty, které tvoří myofibrila. Hlavní myofibrilární proteiny jsou myosin a aktin, dále cytoskeletové prvky titin, nebulin a α -aktinin, a regulační prvky tropomyosin a troponiny. Zrychlený úbytek pH svalu (pH < 6,0 po 45 minutách po porážce), kdy je svalová teplota stále vysoká (> 25-30 °C), by měl ovlivnit aktivní místo myosinu v ATPase a jeho celkovou konformaci. Citlivost myosinu na denaturaci závisí na izotopech myosinu, stejně jako na pH a teplotních podmínkách, které se mohou výrazně lišit mezi svaly v jednom těle (Kim et al. 2014).

Při posmrtných změnách hraje významnou roli ATP (adenosintrifosfát), který je zdrojem energie pro kontrakci svalů i pro vápníkovou pumpu, jedná se o přesun vápenatých iontů proti koncentračnímu gradientu (Pipek 1995).

3.1.3.1 *Prae – rigor mortis*

Období *prae-rigor mortis* je před nástupem *rigoru mortis* a trvá do 2 hodin po usmrcení. Usmrcením zvířete dochází k zastavení krevního oběhu, a tedy k přerušení přísunu kyslíku do tkání. Důsledkem přerušení krevního oběhu je zastavení resyntézy glykogenu v játrech. V této fázi je stále dostatečné množství ATP a myofibrilární proteiny jsou disociované. Nedochozí již k aerobním reakcím, ale anaerobním, při kterých se glykogen štěpí na kyselinu mléčnou a dochází tak ke snížení pH z neutrálního pH 6,9 – 7,2 na 5,5

a kontrakci myofibrilárních proteinů, aktinu a myosinu. Na obrázku číslo 2 je znázorněn snižující se obsah glykogenu v závislosti na čase, dochází ke snížení koncentrace ATP a zároveň zvýšení kyseliny mléčné, která je přeměněna z glykogenu (Pipek 1995). Ingr (2003) ve své práci poukazuje na snížení zásob glykogenu. To může být ovlivněno zvýšenou svalovou činností, například při štvání zvěře nebo dohledávce postřelené zvěře. Glykogen již není obsažen ve svalech při hodnotě pH 5,5, avšak pokud je hodnota pH nad 6,0, zůstává obsah glykogenu okolo 1 %.



Obrázek č. 2: Přeměna glykogenu na kyselinu mléčnou *post mortem* (Pipek 1995).

V tomto období hovoříme o masu jako o teplém, jelikož si stále zachovává vysoký obsah ATP. Maso je v tomto období vhodné pro zpracování, jelikož má vysokou vaznost vody a tedy ji neuvolňuje. To je způsobeno hodnotou pH, které je vysoké a zvalené od izoelektrického bodu (Ingr 2003).

Rychlejší než normální pokles pH v kombinaci s vyšším než obvyklým chlazením masa může mít za následek podstatné dopady na glykolýzu, postmortální svalové proteiny a následně na atributy kvality masa. Rozsáhlá denaturace myofibrilárních a sarkoplazmatických proteinů přispívá ke zvýšenému riziku nepříjemných charakteristik kvality masa, jako jsou změny barvy, vaznost vody a funkčnost proteinů během zpracování masa. Rychlý pokles pH dosažený při vyšších teplotách však negativně ovlivňuje stabilitu myoglobinu, a tím snižuje barevnou stabilitu masa. Optimální chladicí teploty pro jatečná těla přežvýkavců, které neohrožují barvu masa a stabilitu barvy, a přesto maximalizují tenderizaci neboli křehkost masa, mají značný dopad na zpracování masných produktů. Rozvíjení nových technologií zpracování masa, jako je elektrická stimulace a postupné chlazení, způsobuje zlepšení jakostních vlastností masa (Kim et al. 2014).

3.1.3.2 Rigor mortis

Po poklesu koncentrace ATP se nevratně spojí filamenta ve svalech a vytváří aktinomyosinový komplex, nastává *rigor mortis* – posmrtná ztuhlost. Maso zvěře, u které byly dobré lovecké praktiky, obsahuje velké množství glykogenu, který v průběhu postmortálních změn degraduje a vytváří kyselinu mléčnou a ve zvěřině i kyselinu inosinovou (Vodňanský et al. 2009). Zvýšením obsahu kyseliny mléčné se snižuje pH a dochází k okyselení svalových tkání a uspořádání bílkovin, ale také k větší údržnosti masa. Maso je v období *rigor mortis* tuhé z důvodu spojení filament v příčném směru. Není vhodné pro kulinářské úpravy, protože neváže vodu a dochází k velkým ztrátám nutričně významných látek (Pipek & Pour 1998). Toto období je také ovlivněno loveckými praktikami, čímž může být štvání zvěře či nevhodné umístění zásahu (Vodňanský et al. 2009). Winkelmayr et al. (2005) ve své práci uvádějí dobu, během které se dostaví *rigor mortis*. Tato doba je závislá na teplotě okolí, většinou nastupuje do 4 – 12 hodin po usmrcení a vykrvení. Nejprve začíná tuhnut hrudní část a bránice, a poté tuhnutí svaloviny pokračuje přes krk a hlavu až ke končetinám.

3.1.3.3 Zrání masa

Třetí fází je zrání masa, které je spojeno s uvolněním filament, zlepšuje se vaznost svaloviny a dochází k mírnému nárůstu pH a zlepšují se organoleptické vlastnosti, chuť a aroma. Zvýšená křehkost je spjata s proteolýzou myofibrilárních proteinů, díky působení vlastních proteáz tkáně (Pipek & Pour 1998). V tabulce č. 5 je uvedena doba zrání masa, která je závislá na druhu a teplotě, při které je uchovávána. Pro spárkatou zvěř je pro správný průběh zrání masa vhodná teplota 0 °C až 7 °C po dobu maximálně jeden týden. Při nižších skladovacích teplotách nad 0 °C může být spárkatá zvěř skladována až dva týdny. Během skladování nesmí dojít ke krystalizaci vody v mase, protože by došlo k narušení a popraskání svalových vláken (Vodňanský et al. 2009). Pokud je dostatečně vyžralá zvěřina následně správně zamrazena, podrží si svoji kvalitu i několik měsíců. Pokud dojde k porušení tohoto procesu a neproběhne správně, například při příliš rychlém chlazení, zpomalí se nebo zastaví proces zrání, a to může negativně ovlivnit kvalitu zvěřiny – tuhost a jemnost zvěřiny (Forejtek et al. 2009).

Tabulka č. 5: Teploty pro zrání zvěřiny v chladicím boxu (Vodňanský et al. 2009),
podle vyhlášky č. 289/2007 Sb.

DRUH ZVĚŘE	POČET DNŮ	TEPLOTA
Spárkatá zvěř	7 dní	0 - 7°C
Spárkatá zvěř	15 dní	0 - 1 °C
Drobná zvěř	15 dní	0 - 4°C

3.1.3.4 Hluboká autolýza

Poslední fázi postmortálních změn je hluboká autolýza, která plynule přechází ze zrání masa. Jedná se o nežádoucí děj, ke kterému dochází při nedodržení doby skladování. Během této fáze dochází k rozpadu bílkovin na oligopeptidy a aminokyseliny a k hydrolýze tuků, což velmi ovlivňuje typické smyslové vlastnosti zvěřiny na negativní a nepříjemné. Tento děj často doprovází mikrobiální proteolýza masa (Pipek & Pour 1998). U některých druhů zvěřiny se hluboká autolýza připouští, a to pouze při jejím správném ošetření. Například u drobné zvěře, jako je bažant nebo zajíc, může hluboká autolýza probíhat v izolovaném stavu, protože zvěř je uchovávána v kůži a peří, a nedochází ke kontaminaci z vnějšího prostředí (Steinhauser et al. 1995). Zvěřina je jediné maso, u kterého se připouští hluboká autolýza z důvodu dosažení typické přezrálé chuti a vůni, jinak je to nežádoucí (Ingr 2003).

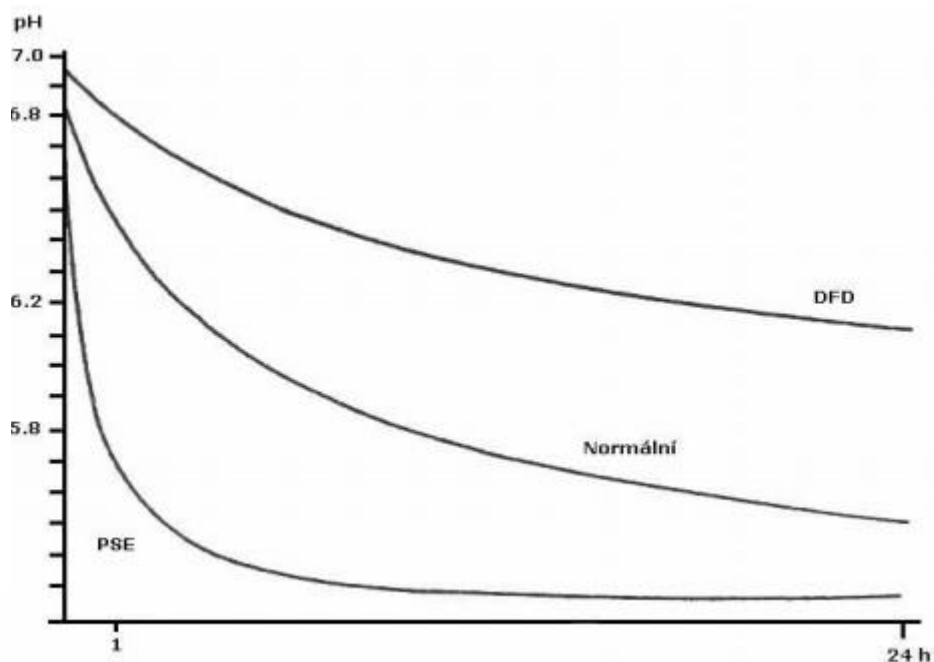
3.1.4 Abnormální průběh postmortálních změn a základní formy kažení

Manipulace se zvířaty před porážkou má významný vliv na jakost masa, stejně jako dobré životní podmínky zvířat. Když jsou zvířata vystavena stresu, jejich zásoby svalového glykogenu se mohou vyčerpat, což vede k vysokým hodnotám konečného pH v mase (DFD). Existuje řada tvrzení, že variace svalového pH a obsahu glykogenu způsobuje značné rozdíly v křehkosti masa u druhů, jako je maso hovězí, jehněčí ale i zvěřina (Wiklund et al. 2004).

PSE maso je bledé, měkké, vodnaté. V tomto případě dochází k rychlému poklesu pH směrem k isoelektrickému bodu. Kim et al. (2014) uvádějí, že denaturační podmínky bílkovin, které se vyskytují ve svalu PSE, způsobují nevratnou vazbu aktinu na myosin, což vede k nedostatečné kontraktilitě, snížené rozpustnosti a absence aktivity Mg^{2+} aktivované ATPázou. Dospěli k závěru, že základní poruchy ve svalu PSE jsou nevratná vazba myosinu na aktinové filamenty a funkční poškození myosin ATPázy. Tento proces je velmi rychlý,

degradací glykogenu a ATP na kyselinu mléčnou a inosinovou, způsobí snížení pH na hodnotu 5,8 a dojde k uvolnění energie, která způsobí zvýšení teploty svaloviny na 40 – 42 °C (Ingr 2003). Toto maso je nevhodné v kulinářské výrobě, jelikož v důsledku nízkého pH a denaturací bílkovin není schopnost vázat vodu a maso ztrácí velkou část šťávy (Kerry et al. 2002).

Další negativní vlastností tohoto masa je barva. Rychlý pokles pH při vysokých teplotách svaloviny ovlivňuje jak barvu masa, tak stabilitu barvy. Zvláště náchylné je vepřové maso, známé jako maso s velmi bledými barvami při rychlém poklesu pH v době před nástupem *rigor mortis* (Warner et al. 2014). PSE se vyskytuje také u hovězího masa, přičemž záleží na hloubce svaloviny. Například vnitřní část svaloviny se ochlazuje mnohem pomaleji než povrchová část svalu a mnohem rychleji se snižuje pH uvnitř než na povrchu. Výsledkem je mnohem světlejší barva ve vnitřní části než na povrchu (Sammel et al. 2002). Bylo zaznamenáno přechodné zlepšení barvy (červenější) v důsledku PSE u hovězího masa, což by mohlo být prospěšné v době klasifikace jatečně upravených těl. Nicméně byla zaznamenána snížená stálost barev v důsledku vyšší akumulace metmyoglobinu a rychlého odbarvení svalů způsobeným zvýšeným poklesem pH (Kim et al. 2010).



Obrázek č. 3: Průběh pH u DFD, PSE a normálního masa (Pipek & Pour 1998).

Prudké zbarvení svalů při rychlém poklesu pH a vysoké teplotě bylo zjištěno také u zvěřiny a jehněčího masa. Bekhit et al. (2007) zjistili, že zvěřina, která byla uchovávána při teplotě 42 ° C, měla nejvyšší rychlost změny červenosti během určitého času ve srovnání s jinými teplotami (0, 15, 25, 30 a 35 ° C). Stabilitu barvy masa podléhající rychlému poklesu pH a vysokým teplotám lze připsat denuraci sarkoplazmatických (zejména myoglobinových) a myofibrilárních proteinů, rozdílné spotřebě kyslíku endogenními enzymy a metmyoglobinu.

Především u hovězího masa se vyskytuje vada masa DFD, která je způsobena vyčerpáním, stresem a fyzickou zátěží zvířete před porážkou. Extrémně rychlou glykolýzou, došlo ke vzniku kyseliny mléčné a jejímu vyplavení při vykrvování. Na obrázku číslo 3 je znázorněna vysoká hodnota pH u DFD masa. Z tohoto důvodu podléhá velmi rychle mikrobiálnímu kažení. Vyčerpání svalového glykogenu v případě zvěřiny může nastat v důsledku intenzity zápasu, který zvíře provádí během lovu. Velké fyzické úsilí spojené s loveckým pronásledováním by mohlo snížit rezervy glykogenu na nedostatečnou úroveň, aby se zajistil podobný pokles pH (Daszkiewicz et al. 2015). Tato skutečnost může způsobit abnormálně vysoké konečné hodnoty pH, což vede k vysokému výskytu tmavých, tuhých a suchých mas (Ludwiczak et al. 2017). Během lovu zvěře dochází k období intenzivního stresu, kdy se snaží zvěř uniknout. Svalový glykogen je spotřebován stresem a pohybem zvěře, což má za následek velmi krátkou dobu *rigoru mortis* s projevující se změnou konečného pH, které je vysoké. V každém případě je výskyt DFD vady masa u zvěřiny tak vysoký, že není spotřebitelem považována za vadu, ale jako součást zvěřiny (Lorenzo et al. 2019).

Pokud je maso po porážce okamžitě chlazeno na teplotu 15 ° C, dochází ke zkracování svalových vláken za studena a svalová vlákna se zmenšují na třetinu původní délky. Tzv. cold shortening je způsoben uvolněním vápenatých iontů ze sarkoplazmatické sítě svalových vláken v reakci na studený stimul. Vápenaté ionty vyvolávají silnou svalovou kontrakci podporovanou molekulami ATP (Savell et al. 2005). Výsledné maso je tuhé, což nelze změnit ani tepelným zpracováním. Aby se zabránilo zkrácení svalových vláken za studena, provádí se proces známý jako elektrická stimulace. Během elektrické stimulace prochází JUT krátkodobým elektrickým proudem střídavým nebo stejnosměrným (0,5 až 1 minutu), který způsobuje, že svaly se rychle uzavřou, vyčerpají zásoby energie (glykogen), a tím urychlují dosažení *rigoru*. V důsledku toho se posiluje přirozený enzymatický proces ve výsledném mase. Elektrická stimulace se používá v komerčních porážkových jatkách v mnoha zemích

pro druhy jako je skot, ovce a kozy. Na Novém Zélandu je elektrická stimulace jatečně upravených těl součástí běžné porážkové rutiny u jatečních jelenů (Wiklund et al. 2008).

Zrání zlepšuje citlivost masa porušením svalové struktury intracelulárními proteolytickými systémy. Svaly podstupují různé molekulární změny, které způsobují proteolýzu klíčových myofibrilárních a cytoskeletálních proteinů a narušují celkovou integritu svalových buněk (Bhat et al. 2018). Kažení masa neboli proteolýza masa je způsobené při jatečném opracování těla kontaminací mikroorganismy z vnějšího prostředí, teplotou masa a teplotou prostředí. Jedná se o rozklad bílkovin, který je způsoben mikrobiálními enzymy a mikroorganismy. Proteolýza probíhá současně s autolýzou avšak rozdílnou rychlostí i v jiné intenzitě. Ihned po porážce je nejvyšší intenzita autolýzy a v této době proteolýza neprobíhá, protože svalovina zvířat, která jsou v dobré kondici, je sterilní díky přirozenému okyselení. S poklesem intenzity autolýzy a vzestupem pH nad 6,2 se začne projevovat proteolýza. Hodnoty, při kterých zaznamenáváme nežádoucí změny masa, se pohybují od 10^7 - 10^8 MO/1 g. Kažení masa začíná povrchovým oslizenutím, pokračuje povrchovou hnilobou až k hluboké hnilobě. Zvláštními formami jsou například ložisková hniloba, zapaření masa nebo kažení masa od kosti (Ingr 2003).

3.1.5 Význam masa ve výživě a spotřeba masa

Světová populace stále stoupá z odhadovaných 10 milionů lidí v době vývoje zemědělství (přibližně před 10 000 lety) na současných 7 miliard lidí. Poptávka po živočišných produktech v lidské stravě tak neustále roste a podstatně se zvyšuje s rostoucím bohatstvím rozvojového světa (Cawthorn & Hoffman 2014). Za posledních 50 let celosvětová spotřeba masa vzrostla z 23 kg na osobu na rok v roce 1961 na 42 kg na osobu v roce 2011 (Sans & Combris 2015). V důsledku nárůstu poptávky po červeném mase vzrostl zájem o zvěřinu. V sedmdesátých letech byl světový obchod se zvěřinou odhadován na 1 milion tun ročně. Od té doby se produkce stále zvyšuje na současnou hodnotu přibližně dvou milionů tun ročně. Zvěřina se obvykle označuje jako maso z jakékoliv volně žijící zvěře, včetně kopytníků, ptáků, plazů a obojživelníků, masožravců, hlodavců a různých savců, které je vhodné pro lidskou spotřebu. Doporučuje se však rozlišit zvěřinu od masa zvěře z farmových chovů (Kudrnáčová et al. 2018).

Bureš et al. (2018), se ve své práci zaměřili na spotřebu druhů masa v České republice, pomocí dotazníkového šetření u 203 respondentů. Nejčastěji konzumovaným masem bylo

vyhodnoceno maso kuřecí, nejoblíbenějším masem u 32 % respondentů bylo hovězí a zvěřina byla hodnocena nejoblíbenějším masem jen u 5 % respondentů. Na obrázku číslo 4 je uvedena frekvence konzumace zvěřiny, ve které pětina dotázaných respondentů odpověděla, že nekonzumují zvěřinu vůbec. Jedná se především o ženy. Čtvrtina respondentů konzumuje zvěřinu méně než dvakrát do roka a nejvíce respondentů odpovědělo 2-4x ročně. V konzumaci zvěřiny jsou vidět značné rozdíly, což může být způsobené dostupností masa (Bureš et al. 2018).



Obrázek č. 4: Frekvence konzumace zvěřiny (Bureš et al. 2018).

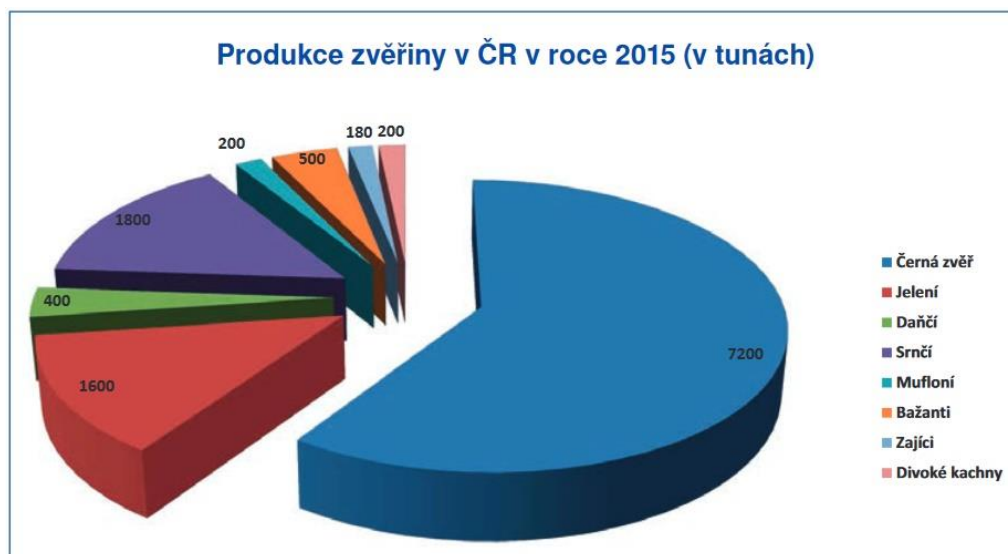
Obecně platí, že maso je často považováno za hlavní zdroj tuku v lidské stravě, ale zvýšené zdravotní problémy vedly k důrazu na výrobu masných výrobků s nízkým obsahem tuku a cholesterolu. Zvěřina je pro spotřebitele vysoce hodnotnou potravinou díky svým dietetickým vlastnostem způsobeným jemnými svalovými vlákny, nízkým obsahem tuku a cholesterolu, s vysokým podílem nenasycených mastných kyselin, bílkovin a minerálních látek, a tedy s pozitivními účinky na lidské zdraví, což je žádoucí pro zdravou výživu (Bartoň et al. 2014). Tento netradiční typ masa má také velký potenciál být zpracován na různé masné výrobky, jako je paštika, klobásy nebo polotovar z mletého masa. Zvěřina je oblíbená a charakteristická svými specifickými organoleptickými vlastnostmi (Kudrnáčová et al. 2018). Vzhledem k přirozenému životu ve volné přírodě bez výkrmu, doplňkových látek nebo krmiv s vysokým příjmem kalorií a bez léčivých přípravků, je zvěřina považována jako přirozený organický produkt (Wiklund et al. 2014). Všechny výše uvedené výhody dělají zvěř atraktivní a zdůrazňují její roli v lidské stravě. Spotřebitelé také projevují rostoucí zájem o životní

prostředí zvěře a podmínky týkající se produkce masa, jako je přirozená produkce (Ludwiczak et al. 2017). Domestikace jelenů byla zahájena již před mnoha staletími v Asii, zejména v Číně, kde byli chováni jeleni pro paroží používané v tradiční medicíně (Miao et al. 2001). Historie moderního chovu jelenů se datuje od počátku 70. let a první zemí, která legalizovala chov zvěře, byl Nový Zéland. Na počátku 21. století byl počet celosvětových druhů chovných nebo jelenovitých zvířat odhadován na pět milionů zvířat (Daszkiewicz et al. 2015). V současné době existuje více než 10 000 farem, které chovají různé druhy jelenů v 16 zemích EU, přibližně 1800 farem na Novém Zélandu, 200 farem v Austrálii a 7800 farem v USA (Bureš et al. 2015). Nejčastěji vyskytujícími se druhy jelenů v hospodářských podmínkách jsou jelen lesní (*Cervus elaphus*) a daněk evropský (*Dama dama*) v Evropě, Austrálii, Novém Zélandu a Severní Americe, sob polární (*Rangifer tarandus*) ve skandinávských zemích a jelen wapiti (*Cervus canadensis*) v severní Americe (Kudrnáčová et al. 2018).

Tepelné zpracování může měnit složení potravin, například polynenasycených mastných kyselin. Valencak et al. (2015) analyzovali pět druhů divokých přežvýkavců získaných lovem a dokázali, že zvěřina si zachovává své živiny i po vaření. Nedávná studie Tomasevic et al. (2018) poukazuje na vnímání zvěřiny spotřebitelem. Maso divokých přežvýkavců je považováno za zdravé a ekologičtější než jiné druhy masných výrobků. Na druhou stranu je třeba zvážit některé otázky týkající se bezpečnosti a kvality masa z volně žijící zvěře, která byla ulovena. Konkrétně jsou dvě nejdůležitější bezpečnostní otázky spojeny se spotřebou masa volně žijící zvěře, a to možnost obsahu chemických látek a mikrobiologická kontaminace (Atanassova et al. 2008; Avagnina et al. 2012). Lehel et al. (2016) zkoumali obsahy toxických zbytků kovů a zjistili, že spotřeba maďarského srnčího masa může obsahovat velmi nízkou koncentraci olova a rtuti, přičemž nebylo vypočteno žádné riziko pro kadmium a arsen. Druhá studie také zdůrazňuje, že hrozba pro spotřebitele je přísně spjata se znečištěním oblastí, ve kterých se zvířata nachází. Vzhledem k otázce mikrobiologické bezpečnosti může docházet ke spotřebě zvěřiny spojené s riziky souvisejícími s *Toxoplasma* spp. a Hepatitida E Virus (Demantini et al. 2018). V mnoha studiích je uvedeno, že tato rizika mohou být přiměřeně omezena správným ošetřením zvěřiny po ulovení (Atanassova et al. 2008; Avagnina et al. 2012; Hoffman & Wiklund 2006).

V České republice se pohybuje roční produkce zvěřiny více než 12 tis. tun. Z obrázku číslo 5 vyplývá, že největší podíl je připisován masu z divokých prasat. Dodávka zvěřiny může být buď přímo od účastníka lovu, nebo z prodejny, kam byla zvěřina dodána

po předchozím prohlédnutí proškolenou osobou. Druhým způsobem je prodej zvěřiny v registrovaném a schváleném podniku pod dozorem Státní veterinární správy ČR, v tomto případě může být kvalita masa různorodá, což je způsobeno dobou zrání masa, rozdílným ošetřením zvěřiny a mimo jiné i stářím ulovených kusů (Bureš et al. 2018).



Obrázek č. 5: Produkce zvěřiny v ČR v roce 2015 (Bureš et al. 2018).

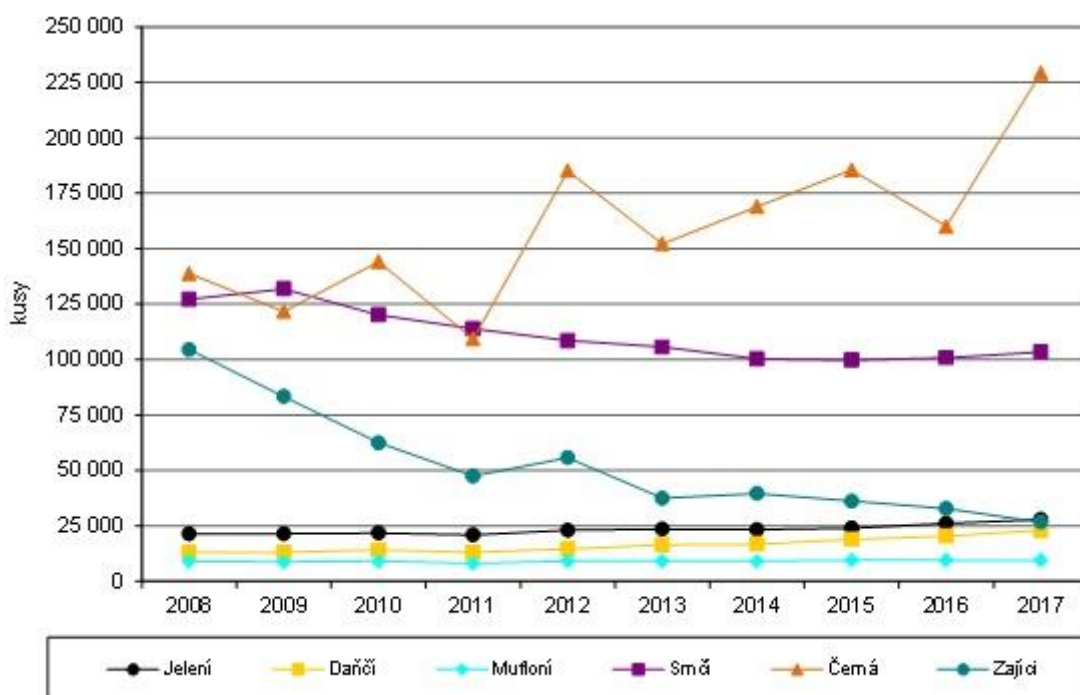
3.2 Divocí přežvýkavci v ČR

Přežvýkavci (Ruminantia) patří do řádu sudokopytníků (Artiodactyla). Jedná se výlučně o býložravce, kteří mají žaludek složený z předžaludků - bachor, čepec a kniha, a vlastního žaludku (slezu). Rostlinnou potravu tráví díky bakteriím, kvasinkám a nálevníkům. Mají neúplný chrup. Díky chybějícím řezákům v horní čelisti a mezerou mezi špičáky a třenovými zuby v dolní čelisti na pastvě sevrou chomáč trávy, který následně škubnutím utrhnou a spolknou. V bachoru se potrava z části natráví a vrátí se do dutiny ústní na přežvýkání. Mezi přežvýkavé sudokopytníky patří čeled' jelenovití a turovití (Hromas et al. 2008).

Mimo výše zmíněné přežvýkavce, tedy jelena lesního (*Cervus elaphus*) a daňka evropského (*Dama dama*), se v České republice vyskytují dále srnec obecný (*Capreolus capreolus*), jelen sika (*Cervus nippon*), muflon lesní (*Ovis musimon*), jelenec běloocasý (*Odocoileus virginianus*), koza bezoárová (*Capra aegagrus*), zřídka los evropský (*Alces alces*) a další.

Početni stavy divokých přežvýkavců v České republice nelze přesně určit, ale můžeme zjistit přibližné počty druhů, které se na území České republiky vyskytují. Jelen lesní se velmi hojně vyskytuje ve volné přírodě. V mysliveckém období 2017-2018 bylo uloveno 27 888 kusů jelena lesního, 23 142 kusů daňka evropského a 17 172 kusů jelena siky. Jedná se o nový rekord, tedy historicky nejvyšší počet ulovených kusů. Dále bylo uloveno 103 492 kusů srnce obecného a 9630 kusů zvěře mufloní. Takto vysoké počty zvěře způsobují obrovské škody v zemědělství, ale i na lesních plochách. Dalším negativním znakem je vytlačování jednotlivých druhů. Jedná se především o zvěř srnčí, která ustupuje zvěři dančí. V případě jelena siky dochází k velkému rozšíření této zvěře a také ke křížení s jelenem lesním (Vaca 2018).

Na obrázku číslo 6 můžeme vidět odlov srstnaté zvěře za posledních 10 let. Došlo k velkému poklesu drobné zvěře, zajíců a naopak k téměř zdvojnásobení odlovu zvěře černé, tedy prasete divokého.



Obrázek č. 6: Odstřel srstnaté zvěře v České republice v období od roku 2008 – 2017 (ČSÚ 2018).

3.2.1 Jelenovití (Cervidae)

Tato čeleď se dělí na skupinu Telemetacarpalia, kam se řadí srnec obecný, jelenec běloocasý, los a sob, a na skupinu Pleziometacarpalia, zahrnující jelena lesního, jelena siku a daňka evropského. První skupina se liší dolní částí srostlého záprstí, kde jsou zachovány

zbytky záprstí 2. a 5. prstu. Druhá skupina má tento zbytek zachován, ale při horním konci záprstí (Hromas et al. 2008).

Jelenovití mají nejnapadnější znak, kterým je paroží samců. Toto paroží je každoročně shazováno a opět nasazeno. Paroží je kostní útvar, který vyrůstá periodicky na výčnělcích čelní kosti, tzv. pučnicích. Paroh vzniká z chrupavčité tkáně a je pokryt lýčím, které paroh vyživuje. Dále se postupně směrem od pučnice k vrcholku přeměňuje v kost a odumírají cévy vyskytující se v lýči. To zapříčiňuje odlupování lýčí a zvěř začíná vytloukat, tedy zbavovat se lýčí pomocí odírání o větve či kmeny stromů. V období říje je již paroží vyzrálé a slouží k soubojům. Shazování paroží nastává v předjarním období a začíná tvorba nového paroží. Shoz je možný činností osteoklastů, jedná se o buňky narušující kost v místě mezi pučnicí a růží (věnečkovitě rozšířený základ lodyhy) a lodyha se odlomí. Tvorba paroží je zapříčiněna hormonální činností hypofýzy a pohlavních žláz. Somatotropin je hormon vznikající v hypofýze, který podporuje růst paroží, kdežto samčí pohlavní hormon testosteron působí opačně (Hromas et al. 2008).

3.2.1.1 Jelen lesní (*Cervus elaphus*)

Jelen je největším zástupcem své čeledi a naší největší spárkatou zvěří. Velikost jelení zvěře je ovlivněna výskytem. Vyrůstá od jihu na sever a od západu na východ, obecně platí, že zvířata žijící v chladnějších podmínkách dosahují větší velikosti těla (Červený et al. 2004).

V našich oblastech se vyskytuje ve dvou zeměpisných poddruzích. Na východním a středním Slovensku žije jelen evropský karpatský (*Cervus elaphus montanus*), který má spíše šedé zbarvení a mohutné paroží. Po vyvržení dosahuje hmotnosti 180-250 kg. Druhým poddruhem vyskytujícím se v Čechách, na Moravě, na Slovensku až po Tatry je jelen evropský středoevropský (*Cervus elaphus hippelaphus*). Jelen evropský středoevropský má rezavohnědé zbarvení s nápadnou hřívou. Dosahuje téměř poloviční hmotnosti než jelen karpatský, a to 120-160 kg. Laně mají hmotnost 70-100 kg (Hromas et al. 2008).

Jelení zvěř obývá rozsáhlé lesy od nížin až po horní hranici lesa. Nejraději mají listnaté až smíšené lesy přecházející v otevřené plochy jako jsou paseky a louky. Běžně se vyskytují v jehličnatých lesích a na zemědělských plochách, které jim slouží jako úkryt i potrava (Červený et al. 2004). Jeleni jsou výlučnými býložravci se složeným žaludkem. Jejich potravou jsou byliny, trávy, listí keřů a dřevin, ale také požívají lesní plody (kaštiny, žaludy, jeřabiny a bukvice). V lesích způsobují početné škody okusem nových sazenic a loupáním kůry stromů. K přijímání rostlinné potravy je přizpůsoben jejich chrup i trávicí

trakt. Výměna mléčného chrupu za trvalý je uskutečněna asi po 30 měsících života. Trvalý chrup má vzorec 0.1.3.3./3.1.3.3. V dolní čelisti chybějí řezáky. Korunková část stoliček se neustálým žvýkáním obrušuje, proto chrup slouží k odhadu stáří ulovené zvěře (Hromas et al. 2008).

Výživa samců je omezena v době říje, která probíhá od poloviny září do konce října. Silný jelen shání laně dohromady a hájí je před ostatními jeleny. Dochází také k prudkým soubojům mezi jeleny. Laně jsou březí 8 měsíců a na začátku června kladou 1 – 2 kolouchy. Ti jsou kojeni až do 4. měsíce věku. Pohlavní dospělost nastává v 2. roce života, avšak do pohlavního rozmnožování se zapojují až ve 4. roce života. Jelení zvěř žije v tlupách, které tvoří většinou mladí samci. Staří a nemocní samci žijí samotářsky (Červený et al. 2004).

Jelení zvěř bývá často napadena hlísticemi rodu *Setaria* (*Setaria cervi*, *setaria tundra*). U 15 až 20 % jelení a srnčí zvěře se vyskytuje setarióza. Tyto nitkovití červi lokalizují břišní a hrudní a dosahují velikosti 8 – 12 cm. Mohou způsobovat těžké poruchy pohybu či celkové ochrnutí, jelikož vnikají do páteřního kanálu, mezi mozkové pleny a do oční komory (Chroust & Forejtek 2010).

Gastrointestinální hlístice, které se vyskytují u jelena lesního, jsou stejné jako u skotu a ovcí. Ve slezu divokých přežvýkavců se vyskytuje s prevalencí 92 % patogenní *Spiculoptera spiculoptera* (Patrelle et al. 2014), a s prevalencí 84 % *Ostertagia leptospicularis* (Davidson et al. 2014). V tenkém střevě najdeme hlístice rodu *Nematodirus* a *Cooperia* (Patrelle et al. 2014). V tlustém a slepém střevě se vyskytují zástupci rodu *Chabertia*, *Oesophagostomum* a *Trichuris* (Lanková 2018).

3.2.1.2 Daněk evropský (*Dama dama*)

Původní domovinou této zvěře byla oblast Středozeří až po Perský záliv. V 15. století byli daňci chováni v oborách a na začátku 17. století došlo k jejich vypuštění do volné přírody. I dnes se daňčí zvěř chová v oborách, ale daří se jí i ve volnosti. Obývá především listnaté až smíšené lesy s bohatým podrostem. Vyskytuje se v teplejších oblastech nad 500 m. n. m., kde žijí v tlupách samic a oddělených tlupách samců. Daňci se nekaliští, ale vyhrabávají si mělké dolíky v zemi. V porovnání s jeleny jsou daňci aktivní i během dne (Červený et al. 2004). Potrava zahrnuje více bylinné stravy než u jelení zvěře, ale nezpůsobuje takové škody okusem výhonků a ohryzem kůry lesních porostů (Hromas et al. 2008).

Daněk je typický svým rezavohnědým zbarvením s bílými podélnými skvrnami. Výjimečně se vyskytují i černí a bílí jedinci. Hmotnost daňka po vyvržení se pohybuje v rozmezí 50 – 80 kg u samců, u daněly 30 – 50 kg (Hromas et al. 2008). Dalším výrazným znakem je lopatovité paroží dospělých samců. V porovnání s jelenem lesním má tato zvěř mnohem lepší zrak, kterým zaznamenává i sebemenší pohyb (Červený et al. 2004). Sezonní biologické projevy, jako je nasazování, vytloukání a shazování paroží, říje a kladení mláďat jsou o 3 – 4 týdny později, než je tomu u jelení zvěře.

Mapa světa na obrázku číslo 7 je zaměřena na dva nejběžněji chované přežvýkavce v hospodářských podmínkách – daňka evropského (*Dama dama*) a jelena lesního (*Cervus elaphus*). Zvýrazněné oblasti ukazují aktuální rozložení a země, kde se produkuje a spotřebuje maso z daňků a jelenů. Oblasti zvýrazněné zelenou barvou jsou producenti jelenů, červeně zvýrazněné země daňků a obě barvy zastupují chov a produkci obou přežvýkavců (Kudrnáčová et al. 2018).



Obrázek č. 7: Distribuce a produkce masa z daňků evropských a jelenů lesních po celém světě (Kudrnáčová et al. 2018).

3.2.1.3 Jelen sika (*Cervus nippon*)

Jelen sika k nám byl dovezen z východní Asie ve dvou poddruzích jako sika východní japonský (*Cervus nippon nippon*) a sika východní mandžuský, zvaný též sika východní

Dybowského (*Cervus nippon dybowskii*). Hmotnost siky japonského dosahuje 40 - 60 kg, sika Dybowského dosahuje vyšších hmotností. Tato zvěř je velmi odolná a způsobuje velké škody v lesním hospodářství okusem dřevin a loupáním kůry. Říje začíná v polovině listopadu a dochází k velkým soubojům, které často končí i smrtí soka. Počty této zvěře ve volnosti se na našem území značně zvýšily (Hromas et al. 2008).

V 19. století byl dovezen do našich obor a v 30. a 40. letech 20. století se dostal do volné přírody po zrušení manětínské obory (Červený et al. 2004). Oblasti jejich výskytu jsou v západních Čechách mezi Plzní a Manětínem, dále na Olomoucku, Šumpersku a Nymbursku, odkud se dále rozšiřují. Výjimečně dochází ke křížení s jelenem evropským (Hromas et al. 2008) i přesto, že jejich říje se překrývá jen zřídka. Kříženci si zachovávají plodnost a mají znaky obou druhů (Červený et al. 2004).

Jelen sika se živí rostlinnou stravou, ale schopnost využívat vlákninu je horší než u jelena evropského, tudíž je výběr potravy náročnější. Sika je nenáročná zvěř a přizpůsobí se různým podmínkám. Biotop jelena siky tvoří především krajiny nižších a středních poloh. Obývá listnaté a smíšené lesy a oblíbeným místem jsou různorodé mlaziny. Tato zvěř je velmi agresivní a ostatní spárkatou zvěř vyhání ze svých stanovišť (Červený et al. 2004).

3.2.1.4 Jelenec běloocasý (*Odocoileus virginianus*)

Jelenec běloocasý pochází ze Severní Ameriky. Koncem 19. století byl dovezen do Evropy a chován na Dobříšsku v oboře Aglaja (Hromas et al. 2008). Dobříšský chov byl ve 20. letech 20. století zrušen a jelenec běloocasý byl vypuštěn do volné přírody. Dnes se vyskytuje nejen na Dobříšsku, ale i v Podkrkonoší. U nás žijící jelenec běloocasý je známý pod jménem jelenec viržinský *Odocoileus virginianus virginianus* (Červený et al. 2004). V roce 1985 byl z Finska dovezen na Moravu jelenec běloocasý severní *Odocoileus virginianus borealis*, který je chován v oboře Fryčovice. Oba tyto poddruhy se vyskytují ve volné přírodě (Hromas et al. 2008). Hmotnost samce je okolo 60 – 80 kg, samice 30 – 40 kg. Doba říje probíhá až v listopadu a prosinci, kdy samci vydávají hvízdavé zvuky. Na rozdíl od ostatních jelenovitých jsou mláďata jelence dlouho odkládána a matku následují až po 3 týdnech, v té době začnou také přijímat zelenou stravu, ale do dvou měsíců věku jsou stále kojena. Jelenec je poměrně vybíravý, neloupe kůru stromů, ale požívá pupeny, lesní plody a různé druhy trav (Hromas et al. 2008; Červený et al. 2004).

3.2.1.5 Srnec obecný (*Capreolus capreolus*)

V České republice se jedná o nejrozšířenější spárkatou zvěř a zároveň o nejmenšího zástupce jelenovitých (Červený et al. 2004). V letních měsících má srnčí zvěř rezavohnědé zbarvení a v zimě šedohnědé. Ukazatelem dobré kondice a zdravotního stavu je včasné a rychlé přebarvování. Hmotnost vyvrženého srnce je 15 – 20 kg a srny 12 – 18 kg. Srnci si velmi často značkují své stávaníště pomocí čelních pachových žláz. Velmi dobrým znakem nepříznivých vlivů je paroží u srnců. Deformace parůžků nastávají v případě nedostatku potravin, poranění a jiných vnějších i vnitřních vlivů. Například při poranění varlat dochází k narůstání parožní hmoty, která dorůstá a srnec ji nevytlouká ani parůžky neshazuje, takový srnec se nazývá parukáč (Hromas et al. 2008).

Prostředí, ve kterém se srnčí zvěř vyskytuje, je rozmanité, od nížin přes pahorkatiny i v horských lesích. Vyhovující krajinou je jim otevřená plocha s menšími lesíky a ponechanými remízky. Potravou jim mohou být listy a plody dřevin, keřů, byliny, ale také houby a lišejníky (Hromas et al. 2008).

Pohlavní dospělosti dosahují v druhém roce života. Říje probíhá od července do srpna a vyznačuje se pískáním srn, které srnci vyhledávají podle pachu. Srnec doprovází srnu po dobu její říjnosti, 4 – 5 dnů. Srny bývají březí 38 – 40 týdnů a k vývoji plodu dochází až po 4 – 5 měsících (utajená březost). Srna klade nečastěji dvě mláďata. Během léta žije srnčí zvěř jednotlivě a v podzimních měsících se shlukuje do tlup (Červený et al. 2004).

Srnec obecný je nejčastěji napadán parazity rodu *Nematodirus* sp. (Pato et al. 2013).

3.2.1.6 Los evropský (*Alces alce*)

Los evropský je největší spárkatou zvěří vyskytující se na našem území dožívající se 15 až 25 let. Rozšířen je především v severských zemích, odkud se k nám dostal z Polska (Hromas et al. 2008). V Jižních Čechách se vytvořily stabilní populace, které čítají desítky jedinců. V současnosti patří los mezi druhy silně ohrožené, je chráněným živočichem a nelze jej v ČR lovit. Problémem je migrace losů do Rakouska, kde je lov povolen a tento druh je silně ohrožen. Samci dosahují až 450 kg hmotnosti, samice 375 kg. Vyhovujícím prostředím jsou klidná vodou ovlivněná stanoviště, rašeliniště, močály a jezera navazující na dřevinnou i bylinnou vegetaci, kterou se živí. Denní spotřeba potravy u dospělého samce činí až 50 kg (Ernst 2018). Los způsobuje velké škody v lesním hospodářství, protože pro svou potravu vyhledává měkké listnaté stromy, vrby, topoly, olše, břízy a různé keře. Trávu nespásá,

protože ji neuchopí horním pyskem (Hromas et al. 2008). Ve vegetačním období tvoří dřeviny přes 50 % potravy a v zimním období 90 % (Ernst 2018).

3.2.2 Turovití (Bovidae)

Znakem této čeledi je dutý rohový toulec, který je nasazený na čelní kosti nazývaní se násadec. Trvale vyrůstá od kořene pokožky a jedná se o kožní útvar, který je na vrcholu nejstarší. Stáří jedince lze určit podle růstových rýh, které se tvoří v průběhu roku při střídání ročních období. Turovití mají žlučový váček (Hromas et al. 2008).

3.2.2.1 Muflon (*Ovis montanus*)

V druhé polovině 19. století byl muflon dovezen do střední Evropy z Korsiky a Sardinie. Muflon byl nejprve chován v oborách, poté se rozšířil do volné přírody, kde se vyskytuje dodnes. Žije především v lesích, ale vychází i do polí a luk. Typické jsou pro něj členité terény s kamenitým podložím, o které si obušuje spárky a nedochází k omezení pohybu. V České republice jsou stavy této zvěře nejpočetnější v Evropě.

Muflon má rezavohnědou barvu s tmavým pruhem na hřbetě a vyniká dlouhou srstí na krku, které se říká rouno. Světlá srst na bocích tvoří sedlo, avšak někteří jedinci sedlo nemají, nejčastěji muflonky. Hmotnost dospělého samce dosahuje 30 – 45 kg a samice 25 – 35 kg. Potrava je převážně bylinná, ale ohryzem škodí také na kmenech a kořenových náběžích dřevin (Hromas et al. 2008).

U spárkaté zvěře jsou častým nálezem kokcidie, a to především u mladých jedinců. Nejvyšší prevalence je zjišťována právě u zvěře mufloní (až 100 %), u zvěře srnčí a kamzičí (30 až 50 %) a nejnižší u daňků a jelenů (10 až 20 %). Klinická onemocnění jsou však zjišťována pouze v oborách u muflončat do věku asi půl roku. Infekce dosahují značné intenzity a příznaky jsou průjmy, nechutenství, hubnutí a mohou končit i úhynem. Výjimečně se zjišťuje onemocnění u mláďat koz bezoárových a kozorožců, na rozdíl od kůzlat v domácích chovech, kde kokcidióza představuje prakticky nejzávažnější zdravotní problém (Chroust & Forejtek 2010).

V závislosti na ročním období se u muflonů mění potřeba živin a dochází k morfologickým a fyziologickým změnám trávicího traktu (Wolf 2000). Krátkodobým změnám v potravě je třeba se vyvarovat. Mikroflóra v bacheru se mění po 2 – 3 týdnech, během kterých se přizpůsobí novému složení potravy. Narušením mikroflóry v bacheru

přechodem ze zimní potravy, chudé na živiny a bohaté na vlákninu, na potravu zelenou, která je bohatá na živiny a chudá na vlákninu, vznikají časté jarní průjmy. V příloze číslo jedna je přehled vnitřních parazitů muflonů a lokalizace jejich působení (Tomiczek & Türke 2003).

3.2.2.2 Koza bezoárová (*Capra aegagrus*)

Koza bezoárová je původem z Malé Asie. Vyznačuje se dlouhými rohy trojúhelníkovitého průřezu s ostrou přední hranou a 15 – 25 cm dlouhým vousem pod bradou. Hmotnost samce se pohybuje od 40 – 60 kg, samice dosahuje 25 – 35 kg. Letní zbarvení je červenohnědé s tmavým pruhem na hřbetě, zimní zbarvení je spíše do šeda. Tato zvěř se pohybuje po skalních útesech a je velmi ostražitá. Jejím životním prostředím jsou pastviny a louky nad horní hranicí lesa. Její potravou je především bylinná vegetace a měkké části listnatých dřevin. Z mysliveckého hlediska nemá koza bezoárová hlubší význam. Chov této zvěře byl přesunut z obory v Pálavských vrších na jižní Moravě do obory Vřísek v blízkosti České Lípy (Hromas et al. 2008). Kozy mají geneticky zafixované chování vyhýbat se místům, kde došlo k vyměšování jiných přežvýkavců. To slouží jako ochrana před nákazou, avšak v omezeném prostoru toto chování nelze uplatnit, a tak se zvyšuje možnost parazitární nákazy (Fantová et al. 2012).

3.3 Parazité zvěře

Onemocnění, které se vyskytuje u spárkaté zvěře nejčastěji, je parazitóza (Kyrál 2004). Veliké zdravotní problémy způsobují infekce hlístic u farmově chovaných jelenovitých, ale také ve volné přírodě. V případě nízkého počtu hlístic (okolo 100) u přežvýkavce probíhá infekce bez klinických příznaků. Záleží na věku a zdravotním stavu jedince, v případě mláďat je náchylnost vysoká. Silné infekce mohou vážně ohrozit zdraví jedince a občas mohou způsobit i zahynutí (Panayotova-Pencheva 2006).

Limitujícím faktorem, který ovlivňuje kvalitu zvěře, je její zdravotní stav, na který má dopad parazitární onemocnění. Přítomnost parazitů velmi silně brzdí fyziologické funkce mláďat, čímž ovlivňují jejich vývin a růst (Chroust & Forejtek 2010). Parazitismus je vztah dvou organismů, při kterém parazit profituje na hostiteli tím, že se živí jeho potravou, tkáněmi, či jiným způsobem využívá hostitelův organismus. Parazity můžeme rozdělit podle toho, kde žijí: na ektoparazity, žijící mimo tělo hostitele či na povrchu a na endoparazity, žijící v hostitelských buňkách, tkáních či útrobach (Volf & Horák 2007).

Vývojový cyklus helmintů může probíhat přímo nebo nepřímo přes mezihostitele. Podle vývojového cyklu se rozlišují na geohelminy a biohelminy. Vývoj biohelmintů probíhá kromě definitivního hostitele také v mezihostitelích, ve kterých dochází k vývoji larválních stádií parazitů (Ryšavý 1989). Pokud k vývoji hlístic není potřeba mezihostitel, larvy se vyvíjejí v zemi (geohelminé). K infekci definitivního hostitele dochází buď alimentární cestou, nebo larvy parazitů aktivně pronikají do těla hostitele z vnějšího prostředí. Samice po oplodnění vylučují značné množství vajíček, která odcházejí trusem. Larvy se vyvinou z vyloučených vajíček a dojde k opakovanému svléknutí povrchové pokožky. Ta vytváří ochranný film proti nepříznivým vlivům. Při optimálních podmínkách, za vhodné vlhkosti a teploty, se larvy stávají infekčními během 4 až 6 dní (Páv et al. 1981).

3.3.1 Kmen Nematoda

Jednou z nejrozšířenějších skupin živočichů parazitujících na přežvýkavcích jsou hlístice (Nematoda). Existuje až 25 000 popsáných druhů. Gastrointestinální trakt je napaden nejčastěji, ale mohou se vyskytovat i v jiných orgánech, plíce, játra atd. Nejčastěji napadena bývají mláďata, ale také oslabení jedinci a zvířata, která jsou vystavena stresu (Elsheikha & Khan 2011). Hlístice mají kruhové tělo niťovitého tvaru, které se na obou koncích zužuje. Velmi často se zde projevuje pohlavní dimorfismus, kdy tělo samičky je větší než u samečka

(Volf & Horák 2007). Dle způsobu života se dělí na volně žijící a parazitující, kterých je zhruba 60 % a mohou se vyskytovat u zvířat i rostlin (Sutherland & Scott 2009). Rozšíření hlístic je dané jejich schopností se adaptovat v extrémních podmínkách. Chladnější oblasti vyhovují například rodu *Nematodirus* (Elsheikha & Khan 2011).

Tělo hlístic je tvořeno vrchní vrstvou nazývanou hypodermis, která slouží k ochraně těla, zamezuje průniku antigenů (Taylor et al. 2007) a vylučuje mnohvrstevnou kutikulu (Lee 2002). Tato kutikula slouží k ochraně před vnějšími vlivy a podílí se na růstu a přežití hlístic díky probíhající látkové výměně. Tvar hlístic je zajištěn tekutinou, která vyplňuje nepravou tělní dutinu, pseudocoel (Taylor et al. 2007).

Determinačním znakem bývají samčí a samičí pohlavní orgány. Samci mají spikuly obklopené pářící plachetkou, která se liší tvarem i délkou u určitých druhů. Samice mají dva vaječníky, které navazují na vejcovody, dělohu a pochvu a jejich pohlavní soustava vyúsťuje ve vulvu, která slouží k determinaci druhů (Sutherland & Scott 2009). Vajíčka hlístic jsou složena ze 3 vrstev a odlišují se tvarem i velikostí (Taylor et al. 2007). Samci některých druhů mají v kaudální části bursu copulatrix, která slouží také k determinaci (Volf & Horák 2007).

Hlístice mají dobře vyvinutou trávicí soustavu trubicovitého tvaru (Volf & Horák 2007). Tvoří ji kruhovitá ústa, obklopena pysky, které mohou být spojeny do párů nebo úplně chybět. Jedná se o další determinační znak (Roberts & Schmidt 2009). Zdroj potravy může být trávenina přežvýkavců v GIT, krev či buňky poškozených tkání. Povrchem těla může docházet k částečnému příjmu živin (Volf & Horák 2007). Závisí na lokaci parazitující hlístice (Roberts & Schmidt 2009). U hlístic, které se živí krví, se vyskytuje mohutná ústní kapsula (Sutherland & Scott 2009), která může být obohacena zubem, napomáhajícím k průniku přes buněčnou stěnu (Taylor et al. 2007). Ústní otvor pokračuje hltanem do střeva, které slouží k absorpci látek, jejich skladování a vyloučení trávicích enzymů. Vyústěním trávicí soustavy je řitní otvor, který se liší podle pohlaví, samci ho mají spojený s reprodukčním vývodem a ústí do kloaky (Roberts & Schmidt 2009).

V oblasti řitního otvoru a kloaky se nacházejí smyslové orgány v podobě papil, které jsou spojeny s nervy. Nervový prstenec obklopující hltan je tvořen větvemi, které mají dorsální, ventrální a laterální směr. Papilární smyslové orgány mají funkci chemoreceptorů a mechanoreceptorů (Volf & Horák 2007; Lee 2002). Chemoreceptory jsou u hlístic důležité pro orientaci a jejich vnímání je spojeno s odpovědí vnějšího i vnitřního prostředí. Mechanoreceptory nemají spojení s vnějším prostředím (Chen et al. 2004).

Hlístice se pomocí jednoduchých somatických svalů mohou pohybovat dopředu a dozadu. Specializované svalové buňky trávicího traktu a pohlavní soustavy nemají pohybovou funkci, ale slouží k rozmnožování a příjmu, trávení a vylučování potravy (Roberts & Schmidt 2009).

Většina parazitických hlístic je odděleného pohlaví (gonochoristé) se sexuálním rozmnožováním, ale u některých skupin se setkáváme i s partenogenetickými generacemi (řád háďátka) nebo hermafrodity (Volf & Horák 2007). Vývojový cyklus hlístic začíná vajíčkem, probíhá přes čtyři larvální stádia L1 – L4, která jsou navzájem oddělena svlékáním kutikuly a tvorbou nové a končí pátým larválním stádiem, kterým je pohlavně dospělý jedinec (Lee 2002). Vývoj hlístic může být přímý, monoxenní, který ve svém vývojovém cyklu nevyužívá mezihostitele a hostitel je nakažen přímo pozřením infekčního stádia larvy, nebo larva proniká perkutánně kůží. Dalším přímým vývojem hlístic je přenos přes placentu, kdy larvální stádium napadá plod hostitele (Volf & Horák 2007). Druhým typem vývoje hlístic je nepřímý, heteroxenní, který potřebuje mezihostitele (Taylor et al. 2007). V mezihostiteli dochází k vývoji až po larvální stádium L3, které je infekční pro definitivního hostitele. Mezihostitelem mohou být bezobratlí živočichové, ale i obratlovci (Volf a Horák 2007).

V přímém cyklu dochází po kopulaci samičky se samečkem ke kladení vajíček v trávicím traktu a dále k jejich vyloučení do prostředí. Vývojový cyklus začínající vajíčkem pokračuje ve stádium L1, kdy se vylíhne larva z vajíčka. Některé druhy se vyvíjí rozdílně a líhne se larva L2 nebo i stádium L3 (Chen et al. 2004). Vývoj larev je ovlivněn teplotou a vlhkostí vnějšího prostředí. Optimální teplota je okolo 20 – 25 °C. Při nízkých teplotách se vývoj larvy prodlužuje o několik týdnů. Stádium L3 přežívá v trávě až 4 měsíce a musí se dostat do hostitele, bez kterého by se nemohlo dále vyvíjet (Zajac 2006). Poté, co se dostane do trávicího traktu hostitele, svléká kutikulu a dostává se to stádia L4, ze kterého se vyvine dospělý jedinec, schopný další kopulace. Některé druhy hlístic jsou schopné při nepříznivých podmínkách přerušit vývoj larev, této adaptaci se říká hypobióza (Sutherland & Scott 2009).

3.3.2 Adaptace larev

Larvy jsou schopné přežít nepříznivé okolní podmínky díky svým specifickým mechanismům. Jedná se o pozastavení vývoje parazita v hostiteli. Larvy mají specifické bílkoviny, někdy nazývané bílkoviny teplotního šoku, které chrání před nevratným

poškozením tělních bílkovin a mohou obnovit již denaturované bílkoviny. V zimním období, kdy larvy prodělávají zimní hypobiózu, zabraňuje zamrznutí larvy sacharid trehalóza, který sloužící jako kryoprotektant. V letních měsících trehalóza stabilizuje buněčné membrány a chrání larvy před vysušením rehydratací. Trehalóza je ochranou proti stresu v biologických systémech, protože interaguje s lipidovými membránami a bílkoviny a přímo chrání před poškozením způsobeným environmentálními vlivy, jako je vysoušení a zmrazení. Trehalóza je přítomna u mnoha druhů nematod, kde její koncentrace často přesahuje koncentraci glukózy, ale je obvykle nižší než koncentrace glykogenu (Behm 1997). Dalším ochranným mechanismem, který se vyskytuje především u hlístic rodu *Trichostrongylus*, je změna chování larvy, která se stočí, aby zmenšila svou plochu a tím zabránila vysušení. Například *Ostertagia* zastaví svůj vývoj ve čtvrtém larválním stádiu EL4 ve sliznici hostitele, zatímco *Trichostrongylus colubriformis* v třetím larválním stádiu EL3 u ovcí (Eysker 1997).



Obrázek č. 8: Larvální stádia L3 u různých rodů hlístic (Hurtada et al. 2012).

Na obrázku číslo 8 jsou vyobrazeny larvální stádia L3 u vybraných rodů hlístic. Hypobióza se nejčastěji vyskytuje u hlístic rodů *Haemonchus contortus*, *Ostertagia* spp., *Trichostrongylus axei*, *Trichostrongylus colubriformis*, *Nematodirus filicollis*, a *Chabertia ovina* (Eysker 1978). Larvy rodu *Trichostrongylus* spp. využívají hypobiózu jen zčásti, protože přežívají zimu na pastvině. Ve střední Evropě nastává u gastrointestinálních hlístic hypobióza na konci podzimu a pokračuje i v zimním období, kdy tento typ larev představuje většinu populace daného parazita. V jarním období nastávají dobré podmínky a hypobiózní larvy pokračují ve vývoji. Vývoj pokračuje jako ve standardní formě, přes larvální stádium L4, juvenilní jedince L5 a pohlavně diferencované dospělé samčího a samičího pohlaví, kteří jsou lokalizováni v predilekčním místě parazitace (Vadlejch et al. 2018).

3.3.3 Hlístice parazitující v trávicím traktu divokých přežvýkavců

V tlustém střevě parazituje nejčastěji *Chabertia ovina* (zubovka ovčí). V tenkém střevě a ve slezu probíhá smíšená infekce různých rodů čeledi Trichostrongylidae. Řadí se sem *Trichostrongylus axei*, *Trichostrongylus capricola*, *Trichostrongylus columbriformis*, *Trichostrongylus vitrinus*, *Nematodirus filicollis*, *Nematodirus spathiger*, *Cooperia pectinata*, *Cooperia oncophora*, *Cooperia bisonis*, *Cooperia curticei*. Ve slezu cizopasí *Ostertagia circumcincta*, *Ostertagia leptospicularis*, *Ostertagia trifurcata*, *Ostertagia ostertagi*, *Ostertagia pinnata*, *Skarjabinagia cholchida*, *Spiculoptera böhmi*, *Spiculoptera spiculoptera*.

Mezi patogenní zástupce rodu *Haemonchus* patří vlasovka slézová (*Haemonchus contortus*), která je nejrozšířenější, nejnebezpečnější a největší hlístice. Dospělci mohou způsobovat ztrátu více než 25 ml krve denně. Na tlusté střevo, slepé střevo, někdy i tenké jsou fixováni zástupci rodu *Oesophagostomum*: *Oesophagostomum venulosum*, *Oesophagostomum columbianum*. Rod *Bunostomum* osidluje tenké střevo – Měchovec ovčí (*Bunostomum trigonocephalum*) může pronikat do těla i kůží. K parazitům slepého střeva patří i rod *Trichuris*: *Trichuris globulosa*, *Trichuris ovis*, *Trichuris capreoli*, *Capillaria bovis*, *Capillaria longipes* (Páv 1981). V příloze číslo dvě je přehledný klinický obraz patologie infekcí způsobených hlísticemi s lokalizací ve střevech.

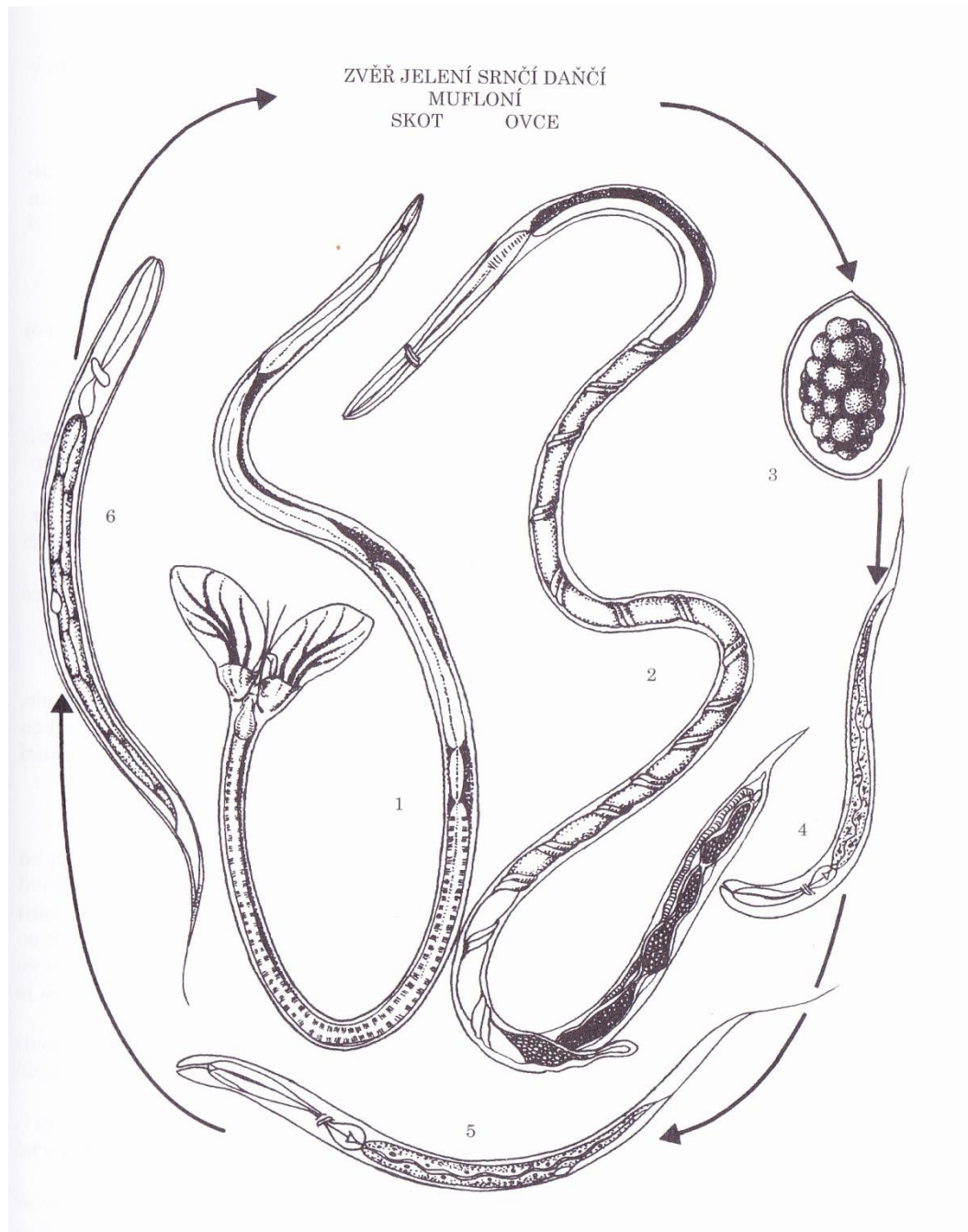
3.3.3.1 Hlístice parazitující ve slezu

Slez neboli žaludek u přežvýkavců, je nejčastěji napadán patogenními zástupci rodu *Haemonchus*. Tento rod parazituje v gastrointestinálním traktu přežvýkavců, kde saje krev, je tedy hematofágní (Lanková et al. 2018).

Zástupce tohoto rodu, *Haemonchus contortus* (♀ 20 – 27 mm, ♂ 10 – 17 mm), vlasovka slezová, lokalizuje pouze ve slezu. Jedná se nitkovité červy, kteří mají narůžovělou barvu od nasáté krve. Patří k nejvíce patogenním druhům (Chroust & Forejtek 2010). Charakteristickým znakem pro samice je bílá děloha omotaná na červeném střevě (Sutherland & Scott 2009). Její vývoj je znázorněn na obrázku číslo 9. Prevalence výskytu u srnčí zvěře se pohybuje okolo 60 % ve východní Evropě (Kuzmina et al. 2010). Samice produkuje 2000 – 20 000 vajíček a pro vyvinutí L3 infekčního stádia je ideální teplejší prostředí (Taylor et al 2007). *Haemonchus placei* (♀ 20 – 30 mm, ♂ 10 – 22 mm) se vyskytuje nejčastěji u skotu, ale také u dalších hospodářských zvířat i divokých přežvýkavců. Dospělci jsou schopni sát až 50 µl za den. Pokud by se jednalo o silnou infekci, která je od 5000 jedinců, dokázali by za den vysát 250 ml krve a více. Typickými příznaky je anémie doprovázena průjmy. Napadení přežvýkavci omezují nebo odmítají příjem, dochází k úbytku hmotnosti, snížení produkce mléka a vlny u hospodářských zvířat (Taylor et al 2007). Následkem poranění žaludeční mukózy při sání krve, vedoucí k nedostatku potřebných nutrientů, dochází u zvěře k pozdnímu přebarvování, k hubnutí, ale také vývin paroží a následný shoz je opožděn. V případě silného napadení jsou pozorovány otoky tělních dutin a lymfatických uzlin a oční sliznice je bledá (Kotrlá et al 1984).

Častým jevem je hypobióza, kdy parazit přečkává nepříznivé podmínky jako L4 a čeká na vlhké období, kdy se vyvine v dospělce a začne produkovat vajíčka (Taylor et al. 2007).

Právě na bledosti oční sliznice je založena diagnostika anémie u hospodářských zvířat. Jedinci se silnou infekcí hematofágních hlístic vykazující známky anémie jsou diagnostikovány pomocí rozdílných hodnot hematokritu. Škála pěti hodnot odpovídá určitému zabarvení oční sliznice. Systém sloužící pro tuto diagnostiku se nazývá FAMACHA (Cintra et al. 2018; Lanková et al. 2018).



Obrázek č. 9: Vývoj vlasovky slezové *Haemonchus contortus* (Hromas et al. 2008).

1 – samec a 2 – samice dospělých hlístic, 3 – vajíčka odcházející trusem, 4 – na zemi vylíhlá larva 1. stádia, 5 – larva 2. stádia pokračuje ve vývoji a mění se v invazivní larvu (6), která nakazí zvěř.

Další hematogágní hlístice způsobující onemocnění ashwortióza, je *Ashworthius sidemi* (♀ 34 – 44 mm, ♂ 24 – 26 mm), který infikuje abomasum, tedy slez a duodenum, dvanáctník - počáteční část tenkého střeva přežvýkavců. Původní výskyt tohoto druhu byl pouze u autochtonních druhů jelenovitých ve východní, jihovýchodní a střední Asii.

Do Evropy se dostal importem zvěře a aktuálně se vyskytuje u většiny evropských druhů přežvýkavé spárkaté zvěře (Vadlejch et al. 2018).

Hlístice *Ashworthius sidemi* byla nalezena u většiny druhů spárkaté zvěře, včetně srnce obecného (*Capreolus capreolus*), daňka evropského (*Dama dama*), jelena siky (*Cervus nippon*) i jelena siky Dybowského (*Cervus nippon dybowskii*). Nákaza je možná také u hospodářských zvířat v případě pastviny přístupné i zvěři (Vadlejch et al. 2018).

Silná parazitární infekce může způsobovat otoky a překrvení stěny slezu a také duodena, může docházet k silným zánětům, průjmům a u mláďat či oslabených jedinců k úhynu (Demiaszkiewicz et al. 2017).

Dalším rodem parazitujícím ve slezu je rod *Ostertagia*. Infikuje především skot, ale také spárkatou zvěř a způsobuje vodnatý průjem, vede k žíznivosti a úbytkům hmotnosti o 20 % během týdne (Taylor et al. 2007). To je způsobeno poruchami trávení bílkovin. Dochází k tomu z důvodu zvýšení pH, které zamezuje přeměnu pepsinogenu na pepsin a dochází ke ztrátě bakteriostatického účinku sliznice (Lanková et al. 2018).

Z vajíček vyskytujících se na pastvině se líhnou larvy, které se po odstranění kutikuly stávají infekční a jsou pozřeny zvěří. Během 3 týdnů dokončují svůj vývoj v žaludeční sliznici a poté ji opouští a parazitují ve slezu. Během zimních měsíců se podávají anthelmintika alespoň 2x pro snížení infekce. Prevalence těchto druhů se v České republice pohybuje okolo 36 % (Kotrlá et al. 1984). Vadlejch et al. (2018) ve své studii zjistili jako nejčastější nález hlístice z podčeledi Ostertagiinae (rody *Spiculoptera*, *Ostertagia* a u muflonů *Teladorsagia*) s celkovou prevalencí 52 %.

Zástupci tohoto rodu jsou *Ostertagia ostertagi* (♀ 8 – 11 mm, ♂ 6 – 8 mm), *Ostertagia leptospicularis* (♀ 9 – 10 mm, ♂ 7 – 8 mm) a *Teladorsagia circumcincta* (♀ 9 – 12 mm, ♂ 7 – 10 mm), jejíž samice se neživí krví a produkují denně až 200 vajíček a larvální stádia vyvíjející se v buňkách slezu působí patogenně a ovlivňují produkci HCl (kyseliny chlorovodíkové), *Skrjabinagia kolchia* (♀ 7 – 8 mm, ♂ 6 – 7 mm), *Rinadia mathevossiani* a *Spiculoptera spiculoptera* (Kotrlá et al. 1984).

Typickým parazitem tenkého střeva jsou hlístice rodu *Trichostrongylus*. Druh *Trichostrongylus axei* (♀ 4 – 8 mm, ♂ 3 – 6 mm) ale parazituje ve slezu hospodářských zvířat i divokých přežvýkavců. Probíhá u nich stejně jako u předchozích hlístic přímý vývojový cyklus, kdy dojde k pozření infekční larvy L3 hostitelem (Taylor et al. 2007).

V případě silných infekcí dochází k průjmům a silnému úbytku na váze. Na povrchu sliznice slezu je možné pozorovat šedobílé léze o velikosti až 2 cm v průměru kruhovitěho tvaru, které vystupují nad povrch sliznice (Lanková et al. 2018). Stejně jako u rodu *Ostertagia* a *Haemonchus* dochází k narušení buněk slezu, které tvoří HCl a dochází k zvýšení pH na hodnoty 6 – 7. Vysoké pH zabraňuje přeměně pepsinogenu a díky jeho vysokým hladinám je možné diagnostikovat hlístice (Elsheikha & Khan 2011).

3.3.3.2 Hlístice parazitující v tenkém střevě

Rod *Trichostrongylus* představuje důležitou skupinu parazitů u domácích i divokých přežvýkavců. Tito paraziti se vyskytují v tenkém střevě a hlavně vykazují patogenní účinky u jehňat, ale také způsobují významné potlačení růstu vlny u starých ovcí. Nejvíce z divokých přežvýkavců postihuje srnčí zvěř (Roeber et al. 2013). Hlavní patogenní účinky jsou způsobeny larválním stádiem L3 *Trichostrongylus vitrinus*, které vyústí mezi střevními klky a vede k tvorbě subepitelových tunelů. Mladé nematody vyvíjející se v těchto tunelech se uvolňují 10-12 dní po infekci. Osvobození mladých dospělců je spojeno s rozsáhlým poškozením duodenální sliznice a se známkami enteritidy, včetně krvácení, edému a ztráty plazmatických bílkovin do střevního lumenu a následné hypoalbuminémie a hypoproteinémie. Infekce způsobené hlísticemi rodu *Trichostrongylus* je často obtížné odlišit od podvýživy v případě infekcí s nízkou intenzitou (Taylor et al. 2007), ale pokud je jich přítomno velké množství, způsobuje chronický vodnatý průjem, který tvoří skvrny na rounu či srsti v zadní části okolo řitního otvoru. Již zmíněný *Trichostrongylus axei*, který obývá abomasum, je méně častý a vyskytuje se obvykle v menších počtech (Roeber et al. 2013).

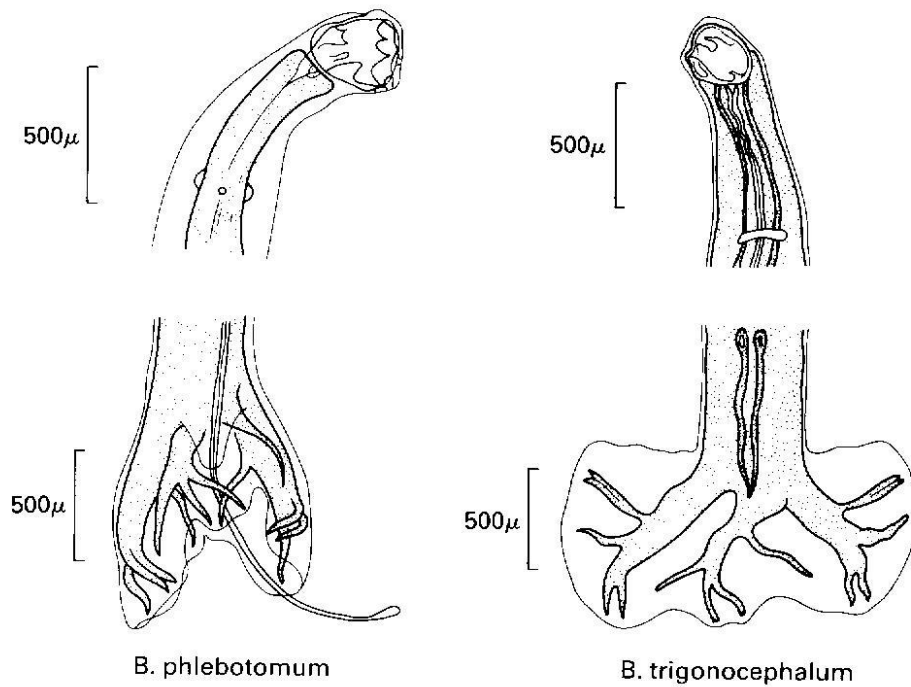
Trichostrongylus colubriformis (♀ 5,5 – 7,5 mm, ♂ 4,0 – 5,5 mm) způsobuje poruchy metabolismu vápníku a fosforu (osteoporózu a osteomalacii). *Trichostrongylus vitrinus* (♀ 4 – 6 mm, ♂ 5 – 8 mm) nezpůsobuje tak rozsáhlé léze střevní sliznice a má stejné klinické příznaky jako *Trichostrongylus colubriformis* (Lanková et al. 2018).

Cooperia curticei (♀ 6,0 – 8,0 mm, ♂ 4,5 – 6,0 mm) osidluje tenké střevo přežvýkavců, ale může se vyskytovat i ve slezu. Hlístice má načervenalou barvu a zúženou hlavovou část (Ryšavý et al. 1989). Nedochozí k penetraci do střevní sliznice, ale stáčí se kolem klků a dochází k atrofii (Lanková et al. 2018). Vývojový cyklus je stejný jako

u hlístic rodu *Trichostrongylus*, avšak infekční larvy rostou mnohem rychleji a dospělý jedinec je již během 10 dnů (Erhardová et al. 1953).

Rod *Nematodirus* parazituje na volně žijících divokých přežvýkavcích, ale také hospodářských zvířatech, jako je skot, kozy a ovce. Hlístice mají načervenalou barvu, protože se živí krví. Vývoj těchto hlístic je přímý. Velká vajíčka skrývají larvu až do jejího invazivního stádia. Poté larvy opouštějí vajíčko a čekají na pozření hostitelem. Tyto hlístice jsou velmi odolné vůči nepříznivým podmínkám, které přežívají buď jako larvy ve vajíčku nebo jako volné invazivní larvy (Páv 1981). Nejčastěji parazitují na zvěři mufloní a u ovcí, ale vyskytují se u všech volně žijících přežvýkavců (Kotrlá et al. 1984). *Nematodirus battus* (♀ 15 – 25 mm, ♂ 11 – 16 mm) narušuje sliznici tenkého střeva po požití velkého množství L3 larev. Další larvální stádia L4 a L5 způsobují atrofii střevní sliznice. Ta je pokryta vrstvou hlenu, ve které se nachází chomáče propletených hlístic. Způsobuje akutní záněty tenkého střeva, žlutavě zelené průjmy, dehydrataci a žíznivost. V případě, že není podávána medikace, dochází k vysoké mortalitě. *Nematodirus filicollis* (♀ 15 – 25 mm, ♂ 15 – 24 mm) a *Nematodirus spathiger* (♀ 15 – 25 mm, ♂ 10 – 15 mm) způsobují průjmy tím, že narušují sliznici tenkého střeva. Larvy v larválním stádium L3 penetrují do hloubky a L4 a L5 vyčnívají ocasní částí do lumen tenkého střeva (Lanková et al. 2018).

Bunostomum trigonocephalum (♀ ♂ 10 – 30 mm) se vyskytuje především v oblastech, kam mají společný přístup ovce i zvěř. Parazitují v tenkém střevě, kde narušují střevní sliznici tím, že se na ní přisají pomocí chitinózní ústní dutiny. Sají krev a rozrušují tak slizniční cévy. Jejich invazivní larvy pronikají kůží do těla zvěře (Páv 1981). Prevalence u srnčí zvěře je nízká, okolo 10 % (Kuzmina 2010). Hlístice *Bunostomum phlebotomum* je velká okolo 30 mm. Tato bílá a robustní hlístice může způsobovat chudokrevnost a černé průjmy u telat i zvěře. Infekce může nastat jak při požití, tak při pronikání kůží (Craig 2009). Na obrázku číslo 10 je znázorněn klíč pro určení rodu *Bunostomum*.



Obrázek č. 10: Klíč pro určení druhového názvu u rodu *Bunostomum* (Kaufmann 2013).

Hlístice rodu *Capillaria* parazitují v tenkém střevě u ovcí, ale také u srnčí zvěře. Jedná se o tenké vlasovité hlístice, jejichž vajíčka jsou hnědého zabarvení a kulovitého až sudovitého tvaru se zploštělými póly (Tylor et al. 2007). Způsob života je stejný jako u trichuriózy, protože patří do stejné skupiny. Červi se nejčastěji nacházejí ve sliznici tenkého střeva, i když mohou také napadnout slizniční žlázy. Přestože se obvykle vyskytuje nepřítomnost zánětlivé reakce, byly popsány změny sliznice a mírné zánětlivé změny (Lamps 2009). Zástupcem tohoto rodu je *Capillaria longipes* (♀ 10 – 20 mm, ♂ 10 – 13 mm). Další zástupce *Capillaria bovis* (♀ 12 – 20 mm, ♂ 8 – 13 mm) parazituje přibližně u 30 druhů přežvýkavců po celém světě, tyto přežvýkavci patří především do čeledi Bovidae a Cervidae, ale také do Antilocapridae, Giraffidae a Camelidae. Podle hostitelů se tento druh nachází na různých úrovních tenkého střeva (Kaufmann 2013).

3.3.3.3 Hlístice parazitující v tlustém střevě

Chabertia ovina (♀ ♂ 13 – 20 mm), zubovka ovčí, je nečastějším druhem parazitujícím v tlustém střevě spárkaté zvěře. Tělo je nitkovitého tvaru s pohárkovitou ústní kapsulou, obklopenou věncem chitinových trnů, pomocí kterých se zachycují do sliznice tlustého střeva (Chroust & Forejtek 2010). Může být lokalizován i ve slepém střevu.

Nejčastějšími příznaky je krvácivý průjem, způsobený narušením střevní sliznice, což může vést až k silným zánětům (Kotrlá et al. 1984).

Oesophagostomum columbianum (♀ 15 – 22 mm, ♂ 12 – 17 mm) parazituje v tlustém střevě především koz a ovcí. K jejich vývoji není třeba mezihostitele, probíhá přímo ve sliznici tlustého či slepého střeva, kde se může také vyskytovat. Ústní kapsula je válcovitého tvaru a je také opatřena věncem chitinových zubů. Larvy mohou pronikat i do jiných orgánů a do hloubky sliznice, kde sají krev a dochází k tvorbě zánětů. Vytvářejí uzlíky (noduly) velké 0,5 – 3 cm, které obsahují larvy. *Oesophagostomum radiatum* (♀ 16 – 22 mm, ♂ 12 – 17 mm) se odlišuje od *Oesophagostomum columbianum* odchlípnutou kutikulou v hlavové části (Lanková et al. 2018).

Při parazitárním napadení rody *Chabertia* a *Oesophagostomum* dochází v tlustém střevě k trvalému a hlubkovému poranění sliznice, krvácení a tvorbě nodulů. Tyto noduly společně s dospělými jedinci jsou znázorněny na obrázku číslo 11. Jsou reakcí na přítomnost hlístic a pokrývají téměř celou sliznici. Příznaky jsou poruchy trávení spojené s chronickými průjmy, vyčerpání, anémie a celkovým oslabením jedince, u mláďat mohou mít letální charakter (Chroust & Forejtek 2010, Lanková et al. 2018).

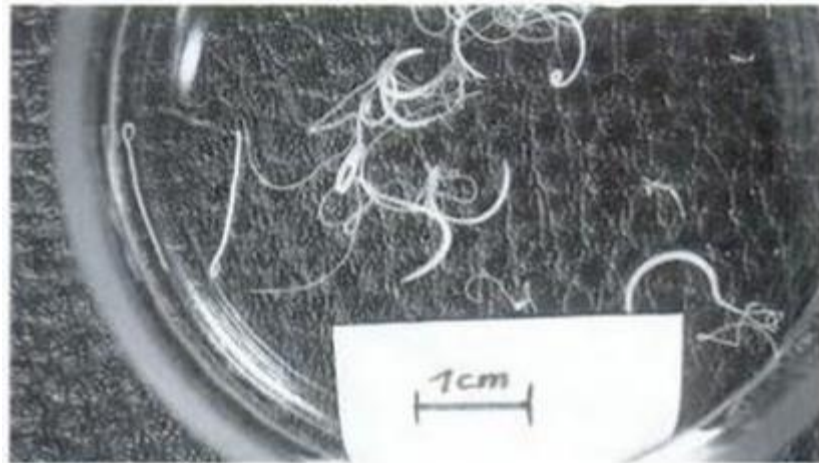


Obrázek č. 11: Noduly na sliznici GIT způsobené hlísticemi rodu *Oesophagostomum* (Kaufmann 2013).

3.3.3.4 Hlístice parazitující v slepém střevě

Hlístice rodu *Trichuris* mají přímý životní cyklus. Mohou se vyskytovat v tlustém i slepém střevě. Dospělé samice ve střevě ukládají vajíčka do výkalů, které se vyvíjí po několika týdnech v půdě. Když jsou vajíčka pozřena hostitelem, vylíhnou se ve střevě a larvy migrují do tlustého či slepého střeva. Hlístice zarývají svůj úzký přední konec do sliznice a širší zadní konec se volně rozšiřuje do lumenu tlustého střeva. Na obrázku číslo

12 lze spatřit dospělé jedince s viditelnou užší přední částí a širokým zadním koncem těla. Samice plodí vajíčka po 3 měsících a produkují 3000 až 10 000 vajíček za den. Zástupci jsou *Trichuris ovis* (♀ 35 – 70 mm, ♂ 50 – 80 mm) a *Trichuris globulosa* (♀ 40 – 60 mm, ♂ 40 – 70 mm). U obou pohlaví je štíhlá přední část asi 0,1 mm a zadní silnější asi 0,5 mm (Cohen et al. 2017).



Obrázek č. 12: *Trichuris* spp. – dospělí jedinci (Kaufmann 2013).

Trichuris ovis způsobuje při silné infekci zánětlivé změny v tlustém či slepém střevě a krvácení, což vede ke krvácivým průjmům, úbytku hmotnosti a anémii. V případě druhého zástupce *Trichuris globulosa* může také nastat zánět sliznice v případě silné infekce (Lanková et al. 2018). Na obrázku číslo 13 jsou patrné chomáče hlístic rodu *Trichuris* spp. v tlustém střevě.



Obrázek č. 13: Hlístice rodu *Trichuris* spp. v tlustém střevě přežvýkavců (Kaufmann 2013).

3.3.4 Monitoring parazitóz u spárkaté zvěře

V České republice bylo v roce 2013 zahájeno parazitologické vyšetření spárkaté zvěře, a to ze dvou důvodů. Prvním důvodem byla skutečnost, že doposud neproběhl žádný plošný monitoring parazitóz, a tudíž nebyla žádná možnost zhodnocení každoročního plošného antiparazitárního ošetření volně žijící zvěře. Druhým důvodem je, že Česká republika je jediným členským státem Evropské Unie provádějícím léčbu volně žijící zvěře.

Laboratorní vyšetření se zaměřovalo na gastrointestinální a plicní parazity. Pozitivní nálezy sloužily k provádění cíleného antiparazitárního ošetření zvěře spárkaté v nadcházejícím roce. V průběhu let 2013 až 2016 bylo k vyšetření dáno 47 362 vzorků trusu spárkaté zvěře. Pozitivních bylo 8 742 vzorků, což představuje 18,5 % z vyšetřovaných.

V roce 2017 byl monitoring ukončen a k vyšetření se dávaly vzorky dobrovolně jako podmínka pro možnost antiparazitárního ošetření v nadcházejícím roce. Vzorky, které byly předkládány k laboratornímu vyšetření, musely být odebírány vždy po jednom z daného katastrálního území. Pro účel možnosti použití antiparazitárních přípravků musely být vzorky vyšetřené na střevní a plicní parazity hodnoceny středně až silně invazivní. Bylo vyšetřeno 214 vzorků s 45 pozitivními nálezy (SVS 2018).

Životní prostředí zvěře se stále více zhoršuje po zásahu člověka do přírody, a tím přibývá i chorob zvěře. Choroby, které se vyskytují u zvěře, mohou vznikat v honitbách, bažantnicích, oborách i v hromadných umělých odchovech zvěře. Myslivci mají povinnost snižovat či předcházet možnostem vzniku nemocí zvěře. V zimním období, kdy dochází k pravidelnému přikrmování zvěře, je povinností myslivce pečovat o správnou výživu zvěře, aby nestrádala a udržovat správné hygienické zásady na krmelištích po celý rok. Dále musí udržovat přiměřený stav zvěře a dodržovat stanovené odlovy zvěře. V případě umělého odchovu zvěře, by měl mít soustavný dohled nad zdravotním stavem zvěře veterinární lékař. Zvláštní opatření by měla být v ohniscích a ochranných pásmech výskytu nakažlivých chorob. Některá onemocnění mohou být přenosná na hospodářská zvířata, ale také na člověka (Forejtek et al. 2009; Hromas et al. 2008; Vodňanský et al. 2009).

Farmové chovy v České republice jsou postihovány nejčastěji parazity rodu *Ostertagia*, *Chabertia*, *Trichostrongylus*, *Oesophagostomum*, *Nematodirus*. Poruchu trávení a těžká zánětlivá onemocnění, která vedou k úhynům, způsobuje rod *Trichuris*. Proto je důležitá léčba anthelmintiky proti trichurióze. V těchto intenzivních chovech je výskyt okolo 80 %, ve volné přírodě o polovinu méně. Pokud neprobíhá pravidelné podávání léčiv, dochází

k sníženému hmotnostnímu přírůstku zvěře nebo naopak k úbytku hmotnosti či dokonce k úhynům (Bartoš 2000).

V případě parazitárního napadení hlísticemi dochází k přenosu mezi zvěří. Erhardová et al. (1953) ve své práci uvádějí, že mufloni s velmi častým napadením silnou infekcí, mohou tuto infekci přenést na ostatní zvěř. To platí i v případě hospodářských zvířat, které z pastviny mohou nakazit zvěř anebo naopak. Tapia-Escárate et al. (2015) analyzovali parazity *Trichostrongylus colubriformis* a *Trichostrongylus vitrinus* v místech výskytu hospodářských zvířat i jelenů současně, a dospěli k závěrům, že parazité vyskytující se u ovcí, nebyli nalezeni u jelenů. Poddruh *Trichostrongylus axei* byl pozorován u ovcí i u jelenů.

Metabolické náklady jsou definovány jako energie a bílkoviny, které zvíře potřebuje k překonání nepříznivého a negativního účinku (parazitismu) a k dosažení podobného výkonu (přírůstek hmotnosti, produkce mléka, gestace) jako u zvířete bez negativních faktorů (Ceï et al. 2018).

3.4 Prevence

V roce 2019 došlo ke změně, která souvisí s použitím antiparazitárních přípravků souvisejících s kontrolou zdraví spárkaté zvěře.

„Metodika kontroly zdraví zvířat a nařízené vakcinace pro rok 2019 umožňuje antiparazitární ošetření ve stanovených termínech a za splnění stanovených podmínek. Toto povolené ošetření však bylo s cílem zabránit poklesu lovu prasat divokých v době použití antiparazitárních přípravků a v době trvání ochranné lhůty těchto přípravků zakázáno mimořádným veterinárním opatřením (MVO) č. j. SVS/2018/134060-G ze dne 8. 11. 2018.

Dne 12. 12. 2018 však toto výše zmíněné MVO bylo změněno novým MVO (č. j. SVS/2018/151568-G). Tato změna MVO umožňuje krajským veterinárním správám (KVS) na základě žádosti uživatele honitby povolit výjimku ze zákazu použití antiparazitárních přípravků pro léčení parazitóz u spárkaté zvěře. Udělení této výjimky bude možné pouze v odůvodněných případech a při předložení výsledků parazitologických vyšetření dokládajících indikaci léčby. Nezbytnou součástí žádostí musí být i všechny v MVO specifikované informace o druhu, množství, místě a způsobu předkládání použitého přípravku a o zvěři, pro kterou bude antiparazitární přípravek určen. Nezbytné jsou i identifikační a kontaktní údaje o soukromém veterinárním lékaři, pod jehož dohledem a na jehož odpovědnost bude antiparazitární léčba provedena. Uživatelům honiteb doporučujeme

archivovat výsledky parazitologických vyšetření v souladu s požadavky veterinárního zákona minimálně po dobu 1 roku (SVS 2018).“

Léčiva, která jsou používána pro léčbu helmintóz, se nazývají anthelmintika. Jedná se o infekční choroby, které jsou způsobené parazitickými červy vyskytujícími se u zvířat, ale také u člověka. Jedná se o zástupce parazitických červů z tříd tasemnice (Cestoda), motolice (Trematoda) a hlístice (Nematoda). Většina anthelmintik obsahuje účinné látky proti více třídám parazitických červů (Lamka & Ducháček 2014).

Prevence hlístic gastrointestinálního traktu se provádí obdobně jako u plicních hlístic. Vysoce účinným anthelmintikem je ivermektin, který je používán v přípravku CERMIX. U spárkaté zvěře jsou účinná také anthelmintika obsahující imidazolové sloučeniny jako je fenbendazol a albendazol, která jsou aplikována přídatkem do krmné dávky, v průběhu dvou po sobě jdoucích dnů v dávkách 7,5 mg na 1 kg živé hmotnosti. Tyto prostředky jsou dlouhodobě používány téměř ve všech zemích, proto dochází v současné době k průkazu odolnosti vůči těmto anthelmintikům u domácích přežvýkavců. Rezistentní kmeny, které se vyskytují u domácích přežvýkavců, mohou být přeneseny na divoké přežvýkavce. Účinnost těchto přípravků u zvěře je tedy nutné neustále ověřovat (Chroust & Forejtek 2010). Tyto přípravky jsou vhodné k prevenci a léčbě spárkaté zvěře při výskytu larválních stadií i dospělců obličných červů trávicího traktu *Ostertagia* sp., *Chabertia* sp., *Cooperia* sp., *Trichuris* sp., *Trichostrongylus* sp., *Nematodirus* sp., *Haemonchus* sp., *Strongyloides* sp., *Bunostomum* sp., *Oesophagostomum* sp., *Capillaria* sp. (Kyrál 2004).

Dalším účinným přípravkem je RAFENDAZOLPREMIX, který je používán především v oblastech, kde se vyskytuje motoličnost, slouží pro výrobu medikovaného krmiva. Účinnou látkou, která působí proti gastrointestinálním hlísticím je mebendazol. Druhým registrovaným veterinárním léčivým přípravkem s touto účinnou látkou je RAFENDAZOL prášek, který se aplikuje do krmiva. Použití těchto přípravků je určeno pro spárkatou zvěř. Kombinací obsažených látek rafoxanid a mebendazol je zajištěna vysoká účinnost proti motoličnosti a helmintózám, které jsou způsobené obličnými červy dýchacího a trávicího ústrojí a dále také proti larválním stádiím nosohltanových střevků (Kyrál 2007). Vysokou účinnost má přípravek zejména proti plicnivce jelení (*Dictyocaulus viviparus*), plicnivce ovčí (*Dictyocaulus filaria*) a proti všem obličným červům trávicího traktu (Kyrál 2004).

Výše zmíněné antiparazitární přípravky mají ochranné lhůty, které musí být dodrženy. Zvěř se po tuto dobu neloví a nedochází ke konzumaci zvěřiny. Po uplynutí této lhůty jsou léčivé látky a jejich metabolity vyloučeny z těla a zvěřina si nadále zachovává všechny

dietetické vlastnosti (Kyrál 2007). Léčba parazitóz lovné zvěře se na území České i Slovenské republiky provádí dlouhodobě, a to s cílem snížit přímé i nepřímé ztráty v chovech spárkaté zvěře (Kyrál 2004).

Na základě mikroskopického vyšetření trusu a nálezů vajíček se diagnostikují hlístice trávicího traktu. Většina vajíček těchto druhů je tenkostěnná (vyjma *Nematodirus* a *Trichuris*), tak dochází k rychlému zrání a uvolňování larev. Vyšetřování je tedy nutné provádět pouze z čerstvého trusu. Diagnostika staršího trusu je složitá z důvodu následné dlouhodobé kultivace, získávání a determinace infekčních larev. Helmintologickou pitvou, tedy vyšetřením přímo trávicího traktu, pečlivou prohlídkou sliznice a promýváním obsahu slezu a střev, lze diagnostikovat nálezy dospělých červů. Dále probíhá určování nalezených hlístic, což je složitý postup, který vyžaduje odborné zkušenosti (Chroust & Forejtek 2010).

Dilema, se kterým se zemědělci a myslivci často setkávají, představuje ekonomické ztráty spojené s gastrointestinálním parazitismem u plemen, které jsou na pastvách. Tento typ prostředí dovoluje parazitům dokončit svůj biologický cyklus a tráva pomáhá k přežití larev, které pak opětovně napadají pasoucí zvířata (Benvenuti et al. 2015). Intenzita infekce helmintů je dále ovlivněna řadou faktorů, jako je například míra intenzity chovu a druhová diverzita. Zvíře bez červů není za každou cenu ideální. Zvíře, které nikdy nemá preventivní kontakt s červy, nemůže vyvinout odpor, a je proto extrémně zranitelné při styku s parazity. Imunita je schopnost zabránit nebo omezit vznik a následný vývoj infekcí červem. Tolerance nebo odolnost je schopnost udržovat dobrou produktivitu i přes infekci. Naopak náchylnost k parazitům je definována tím, jak snadno se zvíře nakazí. V ideálním případě by zvířata, zejména ta nejmladší, měla požírat parazity v malých množstvích, aby mohla postupně rozvíjet imunitu (Pisseri et al. 2013).

Některé gastrointestinální bakterie dokáží tolerovat dávky léčiv, které jsou pro jiné populace nematod smrtelné (Sutherland a Scott 2009).

Účinek léčiv a reakce zvířete na boj proti gastrointestinálním hlísticím ovlivňují obranné mechanismy. Těmito obrannými mechanismy je nespecifická a specifická imunita (Vadlejch & Langrová 2014). Pro zabránění uvíznutí parazita v organismu a k rozvoji následné infekce slouží nespecifická imunita. Neslouží nikoliv k přímé likvidaci parazita. Dochází k navázání mucinu na hlístice, a tím ke snížení pohyblivosti (Sutherland & Scott 2009).

Infekční larvy gastrointestinálních hlístic jsou šířeny především na pastvinách, kde dojde k jejich pozření hostitelem. Odstranění těchto infekčních larev je nemožné. Larvy je možné

redukovat vhodnými metodami hospodaření. Ranní rosa způsobuje vlhkost vhodnou pro infekční larvy, proto je vhodné, aby zvířata neměla přístup na pastvu a nedocházelo tak k šíření infekce. Dalším způsobem redukce larev na pastvině může být využití nematofágních hub. Langrová et al. (2008) ve své práci zmiňují, že pomocí nematofágních hub (*Arthrobothrys oligospora*, *Monocrosporium bembicodes*, *Verticillium chlamydosporum*, *Nematophora gynophila*) může dojít k redukci na 50 - 60 % původního počtu.

Podávaná anthelmintika obsahují vysoce účinné anthelmintické molekuly. Jedná se o benzimidazoly a imidazothiazoly, makrocyclické laktony acetonitrilového derivátu monepantel. Problémem je rezistence na tyto molekuly. V Jihoafrické republice, USA a Austrálii byla zjištěna rezistence na benzimidazoly velmi rychle po uvedení léčiva. Další rezistence byly zjištěny také u ivermektinu a dalším makrocyclickým laktonům (Kotze & Prichard 2016). Předpokladem je, že úroveň rezistence se vyvine také u půdně přenosných hlístic na člověka. Navzdory desetiletým výzkumům jsou v současné době k dispozici pouze dvě vakcíny specifické pro určitý druh (Hewitson & Maizels 2014). S výše uvedeným omezením kontroly existuje naléhavá potřeba vyvinout nové metody kontroly hlístic, zejména u všudy přítomných trichostrinylidních parazitů hospodářských zvířat.

Trichostrongyles zavádějí environmentální vývojová larvální stádia L3 a zatímco metody hospodaření na pastvině mohou do jisté míry omezit výskyt parazitů, důležitým nevyužitým prostředkem kontroly je aplikace přirozených dravců těchto volně žijících fází. Jednou z takových metod je použití houby *Duddington flagrans* zachytávající hlístice. Tato metoda prokázala snižující se počet infekčních larev na pastvině. Současnou nesplněnou potřebou je objevit a vyvinout nová opatření pro biologickou kontrolu, která snižují larvální infekci na pastvinách s *Trichostrongyles* na úroveň, která zabraňuje onemocnění zvířat. Taková kontrolní opatření pomohou omezit rezistenci, čímž se zachová dostupnost anthelmintik pro léčbu nemocných zvířat (Page et al. 2019).

Volně žijící hlístice *Caenorhabditis elegans* je vynikající genetický model, který byl značně využíván ke studiu nematodních patogenů, z nichž většina je účinná pouze proti druhům *Caenorhabditis* a ne proti parazitním druhům (Darby et al. 2005). Page et al. (2019) ve své studii popisují izolaci a charakteristiku nového *Chryseobacterium* patogenu s velkým potenciálem pro kontrolu klíčových nematodových infekcí. *Chryseobacterium* spp. jsou gramnegativní tyčinky, které se v životním prostředí nacházejí všude tam, kde se u některých druhů uvádí, že mají neobvyklé vlastnosti pro štěpení matrice.

Page et al. (2019) ve své práci zkoumali schopnost *Chryseobacterium nematophagum* zahubit larvální stádia důležitých hlístic rodu *Trichostrongylus* a čeledi Strongylidae u hospodářských a domácích zvířat.

Chryseobacterium nematophagum je nově objeveným patogenem nematodů, který rychle zabíjí larvální stádia širokého spektra klíčových nematodních parazitů. Tyto bacily vykazují jedinečný invazivní proces, který vstupuje do těla pomocí předního hltanu prostřednictvím specifické degradace extracelulárních matic. Tento bakteriální patogen představuje potenciální biologický kontrolní prostředek pro důležité parazitické hlístice (Page et al. 2019).

4 Metodika

K diagnostice parazitárních onemocnění a intenzity infekce používáme helmintologickou pitvu. Dospělí helminti se zjišťují v orgánech a tkáních uhynulých, ulovených nebo poražených zvířat podle jejich obvyklého výskytu. Helmintologickou pitvou byly vyšetřeny trávicí trakty přežvýkavců, celkem vyšetřeno 7 vzorků z různých lokalit z České republiky.

Dále byly vyšetřeny sliznice slezu a tenkého střeva podle standardní metodiky na přítomnost larválních stadií hlístic, celkem vyšetřeno 18 vzorků, které jsou odlišné od předchozích 7.

4.1 Původ vyšetřovaných hostitelů

V roce 2017 a 2018 byly z oborních chovů a z volnosti v Čechách a na Moravě získávány gastrointestinální trakty ulovené přežvýkavé spárkaté zvěře. Celkem bylo vyšetřeno 7 druhů.

Jelen lesní (*Cervus elaphus*)

Daněk evropský (*Dama dama*)

Srnec obecný (*Capreolus capreolus*)

Jelen sika (*Cervus nippon*)

Muflon lesní (*Ovis musimon*)

Jelenec běloocasý (*Odocoileus virginianus*)

Koza bezoárová (*Capra aegagrus*)

Tabulka č. 6: Vzorky vyšetřené na přítomnost hlístic v celém GIT.

pořadové číslo vzorku	číslo vzorku	druh zvířete	pohlaví zvířete	věk	lokality
1	X	daněk evropský	samec	2 roky	Kublov u Berouna
2	X	srnec obecný	samec	3 roky	Jablonec nad Nisou
3	5	srnec obecný	samice	3 roky	Dolní Hbity
4	4	muflon	samec	< 1 rok	Jablonná v Podještědí
5	2	muflon	samec	< 1 rok	Česká Lípa
6	1	muflon	samice	6 let	Česká Lípa
7	X	jelen lesní	samice	5 let	Dolní Hbity

V tabulce číslo 6 jsou zaznamenány vzorky, které byly vyšetřeny na přítomnost hlístic z různých lokalit. Zvířata lze rozdělit do dvou čeledí, jelenovití (daněk evropský, srnec obecný, jelen lesní) a turovití (muflon).

Tabulka č. 7: Vzorky vyšetřené na přítomnost hlístic a larev ve slezu a tenkém střevě.

pořadové číslo vzorku	číslo vzorku	druh zvířete	pohlaví zvířete	věk	lokality
8	6	srnec obecný	samec	5 let	Židlov
9	14	jelenec běloocasý	samec	5 let	Fryčovice
10	17	jelen sika	samice	6 let	Kolowratovy lesy
11	18	jelen sika	samec	3/4 roku	Kolowratovy lesy
12	22a	jelen sika	samice	3 roky	Kolowratovy lesy
13	22b	jelen sika	samice	3 roky	Kolowratovy lesy
14	22c	jelen sika	samice	3 roky	Kolowratovy lesy
15	23a	jelen sika	samice	x	Kolowratovy lesy
16	23b	jelen sika	samice	x	Kolowratovy lesy
17	23c	jelen sika	samice	x	Kolowratovy lesy
18	24	jelen sika	samice	3 roky	Kolowratovy lesy
19	40	jelen sika	samice	x	Kolowratovy lesy
20	41	muflon	samec	6 let	Vřísek
21	42	muflon	samec	2 roky	Vřísek
22	44	koza bezoárová	samice	7 let	Vřísek
23	45	jelen lesní	samec	x	x
24	54	koza bezoárová	samec	6 let	Vřísek
25	55	koza bezoárová	samice	x	Vřísek

Tabulka číslo 7 zaznamenává vyšetřené vzorky na přítomnost hlístic a larev ve slezu a tenkém střevě. Celkem bylo vyšetřeno 18 vzorků. U vzorků číslo 22 a 23 došlo k rozdělení tenkého střeva na jeho 3 části, které byly jednotlivě vyšetřeny. Každá tato část byla vyšetřena jako samostatný vzorek s vlastním pořadovým číslem. Vzorky gastrointestinálních traktů koz bezoárových a muflonů pocházejí z obory Vřísek. GIT jelenů sika byly dodány z Kolowratových lesů. Zvěř byla ve věku od 2 do 7 let a u některých druhů nebylo možné určit věk.

4.2 Helmintologická pitva

Trávicí trakty ulovené zvěře byly co nejdříve po odstřelu dopraveny do parazitologické laboratoře ČZU v Praze, kde došlo k jejich identifikaci a zamrazení. Jednotlivé vzorky byly rozmrazeny a postupně měřeny. Helmintologická pitva byla zahájena nejprve makroskopickým vyšetřením povrchu orgánů, kde byla věnována pozornost změnám na epitelu sliznice, jako jsou například krvácivá ložiska, cysty či uzlíky (Obrázky 14, 15).



Obrázek č. 14: Trávicí trakt muflona bez slezu (vlastní foto).

Orgány byly nejprve podvázány, aby nedošlo k promíchání jejich obsahu. Jednotlivě rozdělené části trávicího traktu byly zvlášť vloženy do označeného vědra, poté podélně rozstříhány nůžkami.



Obrázek č. 15: Trávicí trakt muflona bez slezu, podvázání jednotlivých částí (vlastní foto).



Obrázek č. 16: Slepé střevo muflona, následné rozstřížení (vlastní foto).

Jednotlivé orgány se otevřely vnitřní sliznicí ven a jejich obsahy byly slabým proudem vody propláchnuty, aby se všechen materiál přenesl do vědra a proběhlo makroskopické vyšetření vnitřní sliznice (Obrázky 16, 17).



Obrázek č. 17: Slepé střevo s vnitřním obsahem a pozitivním nálezem (vlastní foto).

Takto označený materiál ve vodní lázni bylo potřeba zredukovat, proto došlo k přecezení přes laboratorní síto (Obrázek 18). Laboratorní síta jsou specifická s různě velkými oky pro každou část trávicího traktu. Laboratorní síto pro získání larev má velikost ok 30 – 100 μm , pro dospělé slezu a tenkého střeva 150 - 200 μm a dospělé tlustého a slepého střeva 500 – 600 μm .



Obrázek č. 18: Síto na obsahy tlustého a slepého střeva (vlastní foto).

Přebytečný materiál byl odstraněn a zůstaly jen požadované hlístice a velké částice z tráveniny (Obrázek 19). Následně došlo k promytí síta a přenesení přecezeného materiálu do připravené a označené nádoby. Okem viditelné zachycené hlístice byly vybrány pročištěny ve fyziologickém roztoku a fixovány v 70% ethylalkoholu.



Obrázek č. 19: Obsah slepého střeva muflona s viditelnými parazity (vlastní foto).

Nalezené hlístice byly určeny pod mikroskopem (Obrázek 20). Podle dostupných publikací byly získané hlístice determinovány. Mezi determinační znaky potřebné k určení patří u samic celková délka a šířka těla, tvar a velikost vulvy, přítomnost klapky, vzdálenost vulvy od řitního otvoru, délka a tvar vaječníků, tvar a délka dělohy a pochvy, tvar konce těla. U samců byly sledovány znaky jako je celková délka a šířka těla, tvar a velikost spikul, gubernákula a telamonu (pokud byl přítomen), tvar a velikost kopulační burzy (počet křídel a podpurných žeber). Každá z hlístic byla zařazena do rodu, popřípadě do druhu.



Obrázek č. 20: Tenkohlavec (*Trichuris*) připravený k určení pod mikroskopem – samice (vlastní foto).

Výše zmíněná helmintologická pitva byla provedena u 7 vzorků. V druhé části laboratorního vyšetření bylo zkoumáno dalších 18 vzorků přežvýkavců. U těchto vzorků byly vyšetřeny sliznice slezu a tenkého střeva na přítomnost larválních stadií hlístic podle standardní metodiky. Orgány byly sliznicí směřující dolů na 24 hodin ponořeny do tácu obsahujících teplý fyziologický roztok. Po uplynutí této doby byly sliznice propláchnuty slabým proudem vody. Stékající voda byla zachycena do tácu a získaná tekutina byla přecezena přes laboratorní síta s velikostí otvorů 32 μm . Biologický materiál zachycený na sítích byl převeden do kónických zkumavek a sediment byl mikroskopicky vyšetřen.

4.3 Diagnostika

Základní vybavení a pomůcky:

Mikroskop Olympus BX41 s fotoaparátem Olympus SP 350, počítač s programem QuickPHOTO MICRO3.1, mikroskopavky Eppendor s parazity, Petriho miska s lihem, podložní sklíčko, krycí sklíčko, pipeta, jehla, prosvětlovací médium (80 dílů fenol, 20 dílů alkohol)

Fixování parazitů byli jehlou přeneseni na podložní sklíčko a zakápnuti prosvětlovacím médiem. Morfologická identifikace probíhala na mikroskopu Olympus BX41 s fotoaparátem Olympus SP 350 se zvětšením 10x, 20x, 40x případně 100x. Měření bylo uskutečněno v programu QuickPHOTO MIKRO 3.1. Nalezení parazitů byli spočítáni a v případě identifikace rozdělení podle druhu a pohlaví.

4.4 Statistické šetření

Pro statistické výstupy byl použit statistický program Statistica verze 12 (StatSoft). Tabulky s počty parazitů byly vytvořeny v Microsoft Office Excel, kde byla data zároveň shromažďována. Pro naše šetření byl vybrán dvouvýběrový t-test, který porovnal střední hodnoty u obou hodnocených skupin. Shodnost rozptylu hodnocených skupin se testovala F-testem a výsledky těchto metod se následně vyhodnotily.

Porovnávaly se počty parazitů u čeledi jelenovití a turovití a následně byl zjišťován statisticky významný rozdíl. Sledovalo se, zda se liší počty parazitů, bez ohledu na jejich identifikaci druhu či pohlaví u těchto čeledí (turovití a jelenovití).

Nulová hypotéza byla formulována následovně. H_0 : počty parazitů u jelenovitých a turovitých se rovnají. Hladina významnosti, tedy možná chybovost byla zvolena na 5 % ($\alpha = 0,05$). K potvrzení či vyvrácení hypotézy, respektive zda je statisticky významný rozdíl v počtu parazitů u výše zmíněných čeledí, byl zvolen dvouvýběrový t-test, který porovnal střední hodnoty u obou skupin.

5 Výsledky

V tabulce číslo 8 jsou uvedeny výsledky z první části helmintologické pitvy přežvýkavců na přítomnost hlístic v celém gastrointestinálním traktu u 7 vzorků přežvýkavců s pořadovými čísly 1 - 7.

Tabulka č. 8: Nalezení parazitů v GIT vyšetřovaných přežvýkavců.

Poř. číslo vzorku	číslo vzorku	druh zvířete	Tlusté střevo	Slepé střevo	Tenké střevo	Slez
1	X	daněk evropský	X	X	X	X
2	X	srnec obecný	X	X	<i>Trichostrongylus</i> 1♀	X
3	5	srnec obecný	X	X	X	<i>Ashworthius</i> 2♂, 1♀; <i>Ostertagiinae</i> : 44♀, 7♂ <i>Ostertagia</i> , 2♂ <i>Spiculoptera</i>
4	4	muflon	<i>Oesophagostomum</i> 2♂	<i>Trichuridae</i> 48x <i>Oesophagostomum</i> 54x	<i>Nematodirus</i> 4x	<i>Haemonchus</i> <i>contortus</i> 504♂, 612♀
5	2	muflon	<i>Chabertia</i> 2♀	<i>Trichuridae</i> 13x <i>Oesophagostomum</i> 3x	<i>Bunostomum</i> <i>phlebotomum</i> 57♀, 25♂	<i>Haemonchus</i> 12♂, 1♀
6	1	muflon	<i>Chabertia</i> 1♀	<i>Oesophagostomum</i> 3x	<i>Bunostomum</i> <i>phlebotomum</i> 10♀, 7♂	<i>Teladorsagia</i> sp.
7	X	jelen lesní	X	<i>Oesophagostomum</i> 4♀, 4♂	X	X

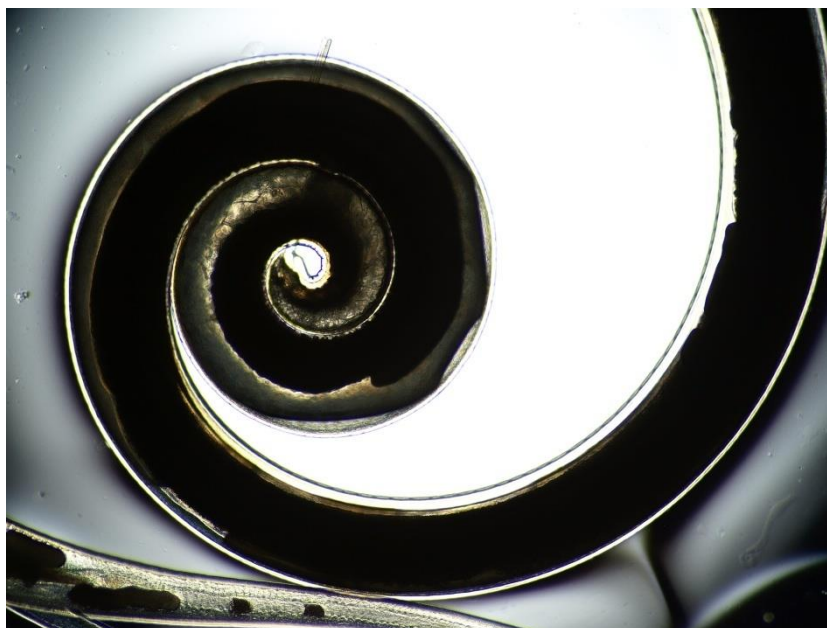
Ze sedmi vzorků bylo pozitivních na gastrointestinální hlístice 6 vzorků. V tlustém střevě se nacházely hlístice rodu *Oesophagostomum* (Obrázky 21, 22) a *Chabertia*, které jsou pro tlusté střevo typické svým výskytem. V slepém střevě se nacházely zástupci rodu *Trichuris* (Obrázek 23) a *Oesophagostomum*, kteří jsou typičtí pro tlusté střevo, ale mohou se vyskytovat i ve slepém střevě. Tenké střevo parazitovaly rody *Trichostrongylus*, *Nematodirus* (Obrázek 24) a *Bunostomum* (Obrázek 25), taktéž typičtí parazité tenkého střeva. Ve slezu byli nalezeni zástupci rodů *Ashworthius*, *Haemonchus* a *Teladorsagia* spp. a čeledi *Ostertagiinae*: *Ostertagia* a *Spiculoptera*. U vzorku s pořadovým číslem 4 došlo k úhynu mláděte muflona, u kterého byla lehká parazitární infekce. Jednalo se o mládě, proto tato infekce mohla být letální. K nejčastějšímu napadení došlo u muflonů, tedy u turových.



Obrázek č. 21: *Oesophagostomum* – vzorek s pořadovým číslem 6 slepé střevo - samec kaudální část, Bursa copulatrix a spikula (vlastní foto).



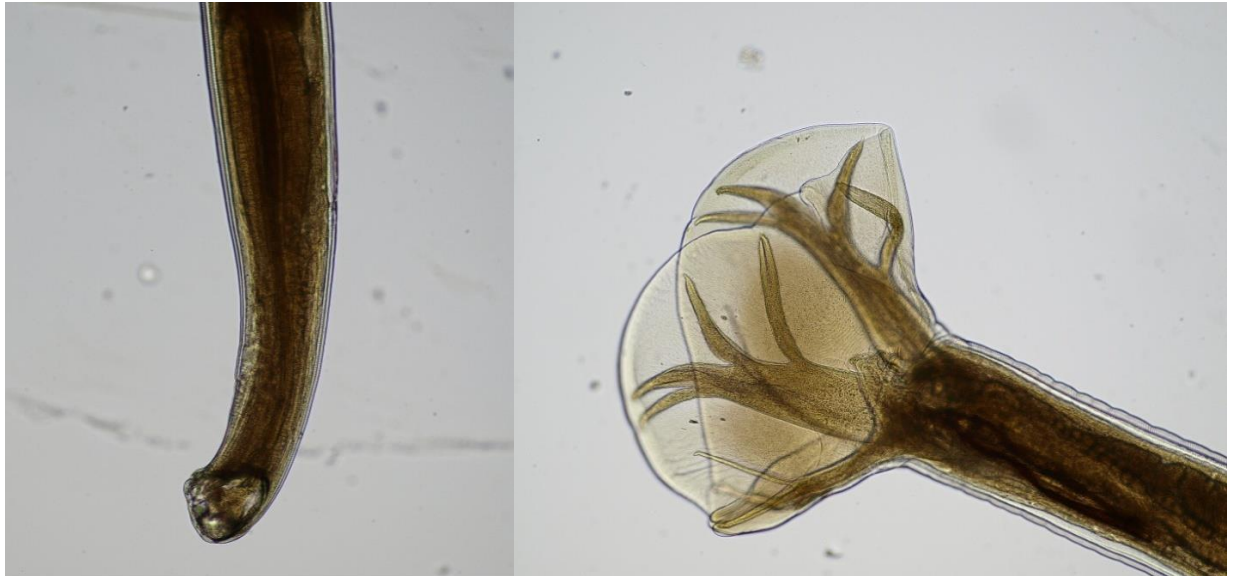
Obrázek č. 22: *Oesophagostomum* – vzorek s pořadovým číslem 6 slepé střevo – hlavová část s cervikálními vesikuly (vlastní foto).



Obrázek č. 23: Kaudální část těla samce tenkohlavce (*Trichuris*) vzorek s pořadovým číslem 4, slepé střevo (vlastní foto).



Obrázek č. 24: *Nematodirus* (vajíčka v děloze samice, zvětšení 200x) vzorek s pořadovým číslem 4, tenké střevo (vlastní foto).



Obrázek č. 25: Hlavová a kaudální část těla samce (bursa copularis) *Bunostomum phlebotomum* - vzorek s pořadovým číslem 6, tenké střevo (vlastní foto).

Statistické šetření

Výsledky z tabulky číslo 8 byly statisticky vyhodnoceny v programu Statistica. Pro statisticky významný rozdíl byl použit dvouvýběrový t-test, pro srovnání středních hodnot dvou populací. V našem případě hodnot počtu parazitů u jelenovitých a turovitých. Nulová hypotéza (H_0) zní, že počty parazitů u turovitých a jelenovitých se rovnají. Pro posouzení rozdílu mezi vzorky byla použita hladina významnosti 0,05. V tabulce číslo 9 jsou uvedeny popisné statistiky proměnných jelenovití a turovití. Tabulka číslo 10 zahrnuje t-test pro nezávislé vzorky, kde je pro nás důležitá hodnota p , která je vyšší než hladina významnosti ($0,234312 > 0,05$), tudíž nelze zamítnout nulovou hypotézu a mezi počty parazitů u turovitých a jelenovitých neexistuje statisticky významný rozdíl.

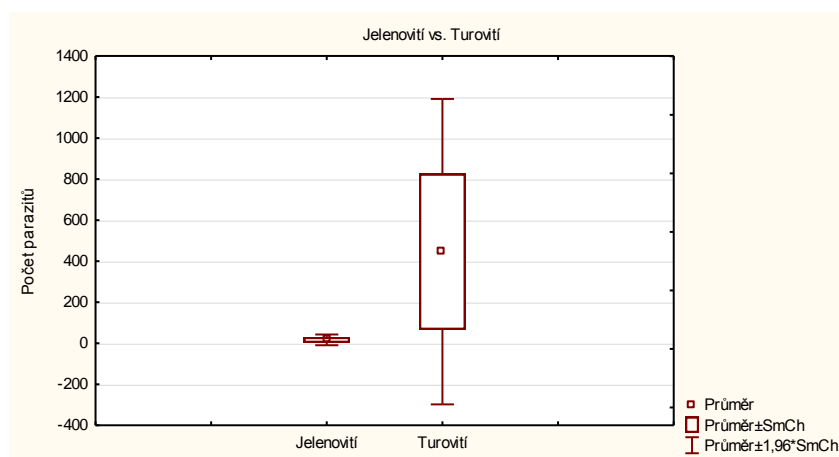
Tabulka č. 9: Popisné statistiky proměnných jelenovití a turovití.

Proměnná	Popisné statistiky						
	Průměr	Medián	Minimum	Maximum	Rozptyl	Sm.odch.	Var.koef.
Jelenovití	16,2500	4,5000	0,00000	56,000	714,9	26,7379	164,5411
Turovití	446,3333	113,0000	22,00000	1204,000	432614,3	657,7342	147,3639

Tabulka č. 10: T-test pro nezávislé vzorky.

Skup. 1 vs. skup. 2	T-test pro nezávislé vzorky Pozn.: Proměnné byly brány jako nezávislé vzorky						
	Průměr skup. 1	Průměr skup. 2	Hodnota t	sv	p	Poč.plat. skup. 1	Poč.plat. skup. 2
Jelenovití vs. Turovití	16,25000	446,3333	-1,35200	5	0,234312	4	3

Skup. 1 vs. skup. 2	T-test pro nezávislé vzorky Pozn.: Proměnné byly brány jako nezávislé vzorky			
	Sm.odch. skup. 1	Sm.odch. skup. 2	F-poměr Rozptyly	p Rozptyly
Jelenovití vs. Turovití	26,73793	657,7342	605,1255	0,000246



Graf č. 1: Počty parazitů u jelenovitých a turovitých.

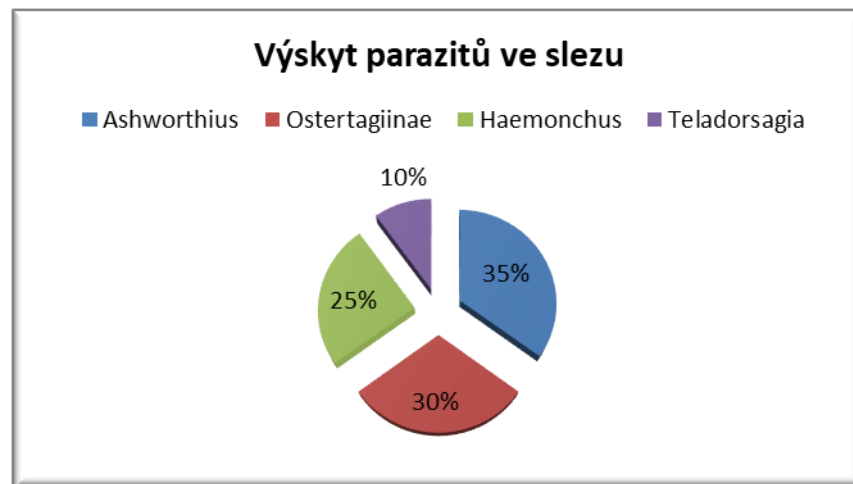
Z grafu číslo 1 lze vyčíst, že počty parazitů u jelenovitých byly v menším počtu než u turovitých. Čtverec vyznačuje průměrný počet parazitů, který je u jelenovitých 16,25 a turovitých 446,33. Mezi počty parazitů u turovitých a jelenovitých neexistuje statisticky významný rozdíl.

Druhá část helmintologického vyšetření probíhala u 18 vzorků s pořadovými čísly 8 - 25. Byl vyšetřen pouze slez a tenké střevo na přítomnost dospělých jedinců a dále larev ve sliznici těchto orgánů. V tabulce číslo 11 jsou uvedeny nalezení parazitů a hypobiované larvy ve slezu a v tenkém střevě.

Tabulka č. 11: Nalezení parazitů a hypobiované larvy ve slezu a tenkém střevě u vyšetřovaných přežvýkavců.

pořadové číslo	číslo vzorku	paraziti slez	hypobiované larvy slez	paraziti tenké střevo	hypobiované larvy tenké střevo
8	6	<i>Ashworthius</i> 11♂, 15♀, Ostertagiinae: 10♀, 4♂: (<i>Spiculopteragia</i> , <i>Ostertagia</i>)	X	X	X
9	14	Ostertagiinae	X	X	X
10	17	<i>Ashworthius</i> 15♂, 227♀, Ostertagiinae: 15♀, 3♂: (<i>Spiculopteragia</i>)	40x (L3)	X	60 x (L3) 431- 699 μm
11	18	<i>Ashworthius</i> 3♀	X	X	X
12	22a	<i>Ashworthius</i> 9♂, 17♀, Ostertagiinae: 6♀ (<i>Spiculopteragia</i>)	50x (L4)	<i>Strongyloides papillosus</i> 1♀	X
13	22b			X	X
14	22c			X	X
15	23a	<i>Ashworthius</i> 4♂, 13♀ Ostertagiinae: 10♀, 1♂: (<i>Spiculopteragia</i>)	140x (L4), 70x (L3)	<i>Trichostrongylus</i> spp. 1♀ <i>Capillaria</i> spp. 17♀, 2♂	X
16	23b			X	X
17	23c			X	X
18	24	<i>Ashworthius</i> 36♂, 56♀, Ostertagiinae: 9♀, 1♂: (<i>Spiculopteragia</i>)	X	X	X
19	40	<i>Ashworthius</i> 5♂, 11♀	40x (L4)	<i>Trichostrongylus</i> spp. 1♀	X
20	41	<i>Haemonchus</i>	X	X	X
21	42	<i>Haemonchus</i>	X	<i>Nematodirus fillicolis</i> 3♂ <i>N. fillicolis</i> 1♀ <i>Nematodirus</i> spp. 2♀	X
22	44	<i>Haemonchus</i> 2♂, 4♀	X	X	X
23	45	X	X	X	X
24	54	<i>Haemonchus</i> 31x, <i>Teladorsagia</i> 23x	X	X	X
25	55	<i>Haemonchus</i> 38x, <i>Teladorsagia</i> 19x	X	X	X

Parazité slezu ovlivňují a napadají žaludeční mukózu. V případě hlístic rodu *Ashworthius* a *Haemonchus* se jedná o hematofágní hlístice, které poraňují žaludeční mukózu hostitele při sání krve. Tito parazité byli nalezeni společně s hlísticemi rodu *Teladorsagia* a podčeledí Ostertagiinae. Graf číslo 2 znázorňuje výskyt výše zmíněných hlístic ve slezu u vyšetřovaných přežvýkavců. Lze říci, že 35 % vyšetřovaných přežvýkavců bylo napadeno rodem *Ashworthius* a nejméně vyskytujícím se parazitem byly hlístice rodu *Teladorsagia*.



Graf č. 2: Výskyt parazitů ve slezu vyšetřovaných přežvýkavců.

V tenkém střevě nedošlo k žádným rozsáhlým infekcím. Bylo nalezeno malé množství jedinců, kteří při takto slabých infekcích nenapadají střevní sliznici. Byli nalezeni zástupci rodu *Trichostrongylus*, *Capillaria*, *Nematodirus* a druh *Strongyloides papillosus*.

Vyšetření sliznice tenkého střeva na přítomnost larev bylo pozitivní jen u 1 vzorku z 18. Bylo nalezeno 60 larev ve sliznici, které dosahovaly velikosti od 431 μm do 699 μm . Jednalo se o nález (Obrázek 26) u vzorku s pořadovým číslem 10, jelen sika.

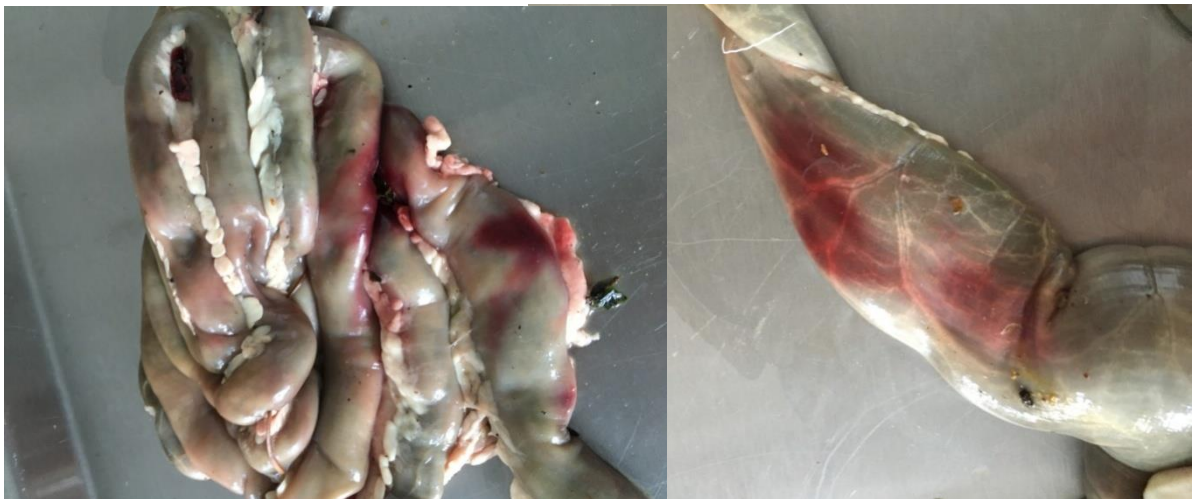


Obrázek č. 26: Larva ze sliznice tenkého střeva jelena siky (vlastní foto).

Z grafu číslo 3 vyplývá, že jen 6 % vzorků mělo pozitivní nález, kdežto u zbylých 94 % nebyly nalezeny žádné larvy ve sliznici tenkého střeva.



Graf č. 3: Výskyt larev ve sliznici tenkého střeva.



Obrázek č. 27: Krvácivá ložiska GIT muflona (vlastní foto).

Na obrázku číslo 27 jsou vidět krvácivá ložiska na tlustém střevě muflončete, vzorek s pořadovým číslem 4, pro které mohla být infekce letální. Identifikovanými parazity GIT u tohoto vzorku byly *Oesophagostomum*, *Trichuridae*, *Nematodirus* a *Haemonchus*.

6 Diskuze

V této diplomové práci nebyly zjištěny žádné masivní infekce v tenkém střevě u vyšetřovaných zvířat, pouze ve slezu byly u některých jedinců počty hlístic vysoké (Tabulka 11).

Několik studií vyhodnotilo interakci mezi výživou a gastrointestinálními hlísticemi. Hoste et al. (2016) potvrzují vztah mezi výživou a parazity, včetně experimentů ukazujících, že krmení infikovaných zvířat způsobuje odolnost vůči gastrointestinálním hlísticím. Cei et al. (2018) navrhli korelaci mezi počty parazitů a parametry zdraví, kde čím větší je počet parazitů, tím větší je ztráta hmotnosti a dochází ke zhoršení zdravotních parametrů. Proto přítomnost gastrointestinálních hlístic představuje další požadavek na živiny (bílkoviny a energie) pro infikované jedince.

Dalším faktorem je neschopnost vstřebávání živin spojená s trichostrongylovými infekcemi přežvýkavců. U středně těžkých až těžkých infekcí může být příjem potravy snížen o 20 % nebo více, přičemž stupeň neschopnosti závisí na rozšíření a době trvání infekce (Nansen 1987).

Kipper et al. (2011) uvádějí, že prasata infikovaná parazity (*Trichuris*, *Oesophagostomum*, *Strongyloides*) měla denní přírůstek hmotnosti o 31 % menší než u neinfikovaných jedinců. Autoři nerozlišovali mezi různými druhy parazitů při odhadování jejich dopadu. Argumentovali, že hlavní účinek parazitismu byl spíše kvůli hostitelské adaptaci na infekci a jeho imunitní odpovědi než na druhové diverzitě.

U ovcí se odhaduje, že zachování imunity vůči hlísticím způsobuje 15% ztrátu produktivity v důsledku odklonu živin od produkčních funkcí k imunitnímu systému (Greer 2008). Roeber et al. (2013) popisují rod *Teladorsagia*, který se živí krví a hlavní patogenní účinky jsou způsobeny larválními stádii. Larvální vývoj se projevuje v žaludečních žlázách, což vede k tvorbě uzlů v abomasální sliznici a rozsáhlému poškození buněk, a to způsobuje pokles produkce kyseliny chlorovodíkové. Následně vzrůst abomasálního pH způsobí selhání pepsinogenu k převedení na aktivní formu pepsinu, což vede ke zvýšení hladiny pepsinogenu v plazmě a snížení trávení proteinu. Závažnost infekce závisí na souběžných infekcích, zdravotním stavu hostitele a také na schopnosti vyvolat imunogenní odpověď (Roeber et al. 2013). Patogenita se liší v závislosti na dotyčném druhu hlístic. *Ostertagia*, *Teladorsagia* a *Trichostrongylus* spp. ovlivňují příjem potravy, absorpci a využití bílkovin a mohou způsobit průjem se ztrátou plazmatických bílkovin do střeva. *Haemonchus* spp. je červ, který sáním krve může způsobit anémii. *Nematodirus* spp. vyvolávají reakci přecitlivělosti na těžce

infikovaných částech tenkého střeva a následné porušení střevních klků, čímž narušují střevní rovnováhu a výsledkem jsou potenciálně život ohrožující průjmy (Taylor et al. 2007). Při helmintologické pitvě trávicích traktů byli nalezeni paraziti všech těchto rodů. V našem sledování bylo významné pouze poškození sliznice tlustého střeva (Obrázek 27) a slezu u muflončete, které bylo napadeno parazity *Oesophagostomum*, *Trichuridae*, *Nematodirus* a *Haemonchus*. V případě tohoto vzorku s pořadovým číslem 4 mohlo dojít k narušení sliznice a následnému zhoršení příjmu potravy, průmům až došlo k úhynu mláděte. Toto zjištění potvrzuje výše zmíněné informace.

Davidson et al. (2014) provedli stejný průzkum na výskyt dospělých hlístic v gastrointestinálním traktu u 13 přežvýkavců, ale neprováděli u nich vyšetření larválních stádií ve sliznici. Detekovali ve slezu stejně jako my druhy *Ostertagia* a *Spiculopteria*, ale také druh *Trichostrongylus axei*, který jsme v našem výzkumu indektifikovali v tenkém střevě. Davidson et al. (2014) dále charakterizovali střevní parazitární faunu a rovněž našli v tenkém střevě *Capillaria bovis*. V naší práci byl oproti Davidson et al. (2014) navíc nalezen druh *Nematodirus fillicolis*, který detekovali také Bakka et al. (2006). Ti provedli obdobnou studii v Norsku. Výskyt těchto parazitů se pohyboval od 1 do 15 jedinců u každého druhu. V naší studii byly nalezeny počty jedinců u každého druhu také v desítkách, vyjma druhu *Haemonchus contortus*, který se vyskytoval ve stovkách jedinců ve slezu u vzorku s pořadovým číslem 4. Bakka et al. (2006) nerozdělovali tlusté a slepé střevo na rozdíl od našeho výzkumu a identifikovali stejné parazity, *Trichuris* spp. (5x), *Oesophagostomum venulosum* (14x) a *Chabertia* spp. (1x). Pouze dva jedinci měli infekci s více než jedním střevním parazitem. Zbývajících 4 přežvýkavci měli jednotlivé druhy střevních infekcí. Toto zjištění je v souladu se zjištěním Davidson et al. (2014), kteří našli více parazitů u 1 přežvýkavce, a u zbylých 12 se vyskytoval vždy jen jeden druh parazita.

Forbes et al. (2009) uvádějí základní mechanismy vlivu helmintů na produkci. Ty lze rozdělit na tři hlavní složky: snížený příjem krmiva, přímé poškození tkáně a sníženou funkci postižených orgánů a odklon energie a proteinových zdrojů hostitele od produkce k obranným a imunitním mechanismům. Omezený přísun krmiva je společným rysem všech infekcí helmintů spojených s hormonálními změnami v hostiteli a je považován za hlavní mechanismus subklinických produkčních dopadů hlístic (Forbes et al. 2009).

Hlavní patogenní účinky jsou způsobeny L3 *Trichostrongylus vitrinus*, který vede k tvorbě subepiteliálních tunelů. Mladé hlístice vyvíjející se v těchto tunelech se uvolňují 10 - 12 dní po infekci. Osvobození mladých dospělců je spojeno s rozsáhlým poškozením

sliznice dvanáctníku a známkami zánětu tenkého střeva včetně krvácení, edému a ztráty plazmatických bílkovin do střevního lumenu a následnou hypoalbuminemií a hypoproteinemií (Taylor et al. 2007).

Zničení střevní stěny způsobuje snížení příjmu krmiva, vyšší poměr konverze krmiva a snížení schopnosti absorbovat dostatečné množství živin. Snížení hmotnosti pozorované u infikovaných ptáků může být přisuzováno změnám v morfologii střev a zkrácení střevních klků; je to důsledek poškození způsobeného invazí a reprodukci parazitů, což ovlivňuje vstřebávání živin (Shabban 2012).

Jatau et al. (2014) studovali růst kuřat a zaznamenali histopatologické změny střev stejně jako Chodová et al. (2018), kteří popisují změny v intestinální morfologii. Těmito změnami jsou kratší klky a hlubší krypty, které byly rovněž detekovány u napadených králíků ve studii publikované Tůmové et al. (2016). Chodová et al. (2018) popisují jak subklinické dávky *Eimeria tenella* způsobily významné snížení průměru svalových vláken a výšku střevních klků u infikovaných kuřat po 9 dnech po infekci. Infikovaná kuřata však měla významně vyšší hmotnost svalové hmoty a největší výšku klků po 18 dnech po infekci. Účinek nízkých dávek kokcidie na kvalitu masa je podobný účinkům, které jsou vyvolány omezením krmné dávky.

Arsenos et al. (2007) provedli studii, ve které byly sledovány tři skupiny jehňat, které měly přístup na pastvu kontaminovanou gastrointestinálními larvami L3. Skupina B byla podrobena doplňkovému podávání krmiv s dietními zdroji bílkovin, u skupiny C probíhala anthelmintická léčba a skupina A byla kontrolní. Výsledky studie Arsenos et al (2007) naznačují, že růst jehňat a hmotnost jatečně upraveného těla při porážce byly pozitivně ovlivněny doplňkovým bílkovinným krmivem. Výsledkem bylo, že zlepšená výživa umožňuje růst jehňat, aby se vyrovnal parazitárnímu napadení.

Výsledky počtu vajíček ve stolici jehňat a počet dospělých hlístic, stejně tak jako počtu larev na pastvině naznačují, že všechna jehňata prošla různými úrovněmi parazitární infekce. Jehňata začala vykazovat mírné počty vajíček ve stolici až 42 dní poté, co se vydala na pastvu. Tato úroveň infekce naznačuje významnou populaci dospělých hlístic se souvisejícím poškozením trávicího traktu. Jedním ze závěrů studie Arsenos et al. (2006) je proto to, že doplňkové krmění s bílkovinami hraje důležitou úlohu při ukládání tuků jehňat infikovaných gastrointestinálními parazity. Parazitismus pravděpodobně nevyvolá žádný významný rozdíl ve složení mastných kyselin (Arsenos et al. 2006). Wood et al. (2004)

potvrdili, že profil mastných kyselin zůstává nezměněn a je důležitý vzhledem k jejich roli v kvalitě produkovaného masa.

Naše zjištění se shoduje s ostatními v parazitárním napadení žaludeční sliznice, avšak poškození sliznice střeva nebylo potvrzeno. Výskyt larev v tenkém střevě byl prokázán jen u 6 % vyšetřených přežvýkavců, vzorek s pořadovým číslem 10. Výskyt larev ve sliznici je ovlivněn několika faktory, a to především dobou, ve které byla zvěř ulovena. Tato informace bohužel nebyla poskytnuta. Lze ale předpokládat, že zvěř nebyla ulovena v zimě, jelikož právě v tomto ročním období dochází k zavrtání se larev do sliznice tenkého střeva, kdy jsou v hypobióze a přežívají zde nepříznivé podmínky. Dospělci již mohli zahynout a být vyloučeni a zůstaly tam jen larvy ve sliznici, aby nedospěly a nerozmnožovaly se v období, kdy by vajíčka a preinfekční larvy nepřežily.

7 Závěr

Naše hypotéza „Gastrointestinální hlístice u volně žijících přežvýkavců v České republice nepoškozují střevní sliznici hostitele“ byla potvrzena na základě výsledků experimentální části práce při zjišťování hypobiovaných larev ve sliznici tenkého střeva. K napadení střevní sliznice nedošlo u 94 % vyšetřených jedinců, jen jeden vzorek byl pozitivní a došlo k mírné infekci. Značný nález hypobiovaných larev byl ve slezu, kde k poškození střevní sliznice dochází především přítomností hematofágních hlístic. Z výše popsaných vědeckých článků vyplývá, že kvalita masa je ovlivněna několika faktory (výživou, stresem) a jedním z nich je právě napadení gastrointestinálními hlísticemi. Gastrointestinální hlístice mohou narušovat správný příjem potravy. To je možné zmírnit kvalitním a doplňkovým krmivem, dobrými životními podmínkami, ale především správnou léčbou anthelmintiky.

8 Literatura

- Arsenos G, Fortomaris P, Papadopoulos E, Kufidis D, Stamataris C, Zygoiannis D. 2007. Meat quality of lambs of indigenous dairy Greek breeds as influenced by dietary protein and gastrointestinal nematode challenge. *Meat Science* **76**(4):779-786.
- Arsenos G, Kufidis D, Zygoiannis D, Katsaounis N, Stamataris C. 2006. Fatty acid composition of lambs of indigenous dairy Greek breeds of sheep as affected by post-weaning nutritional management and weight at slaughter. *Meat Science* **73**:55–65.
- Atanassova V, Apelt J, Reich F, Klein G. 2008. Microbiological quality of freshly shot game in Germany. *Meat Science* **78**(4):414-419. DOI: 10.1016/j.meatsci.2007.07.004. ISSN 03091740
- Avagnina A, Nucera D, Grassi MA, Ferroglio E, Dalmaso A, Civera T. 2012. The microbiological conditions of carcasses from large game animals in Italy. *Meat Science* **91**(3):266-271. DOI: 10.1016/j.meatsci.2012.01.025. ISSN 03091740
- Bakka K, Haukalid S, Sætre EM. 2006. Red Deer Endoparasites. Norwegian School of Veterinary Science, Oslo.
- Bartoň L, Bureš D, Kotrba R, Sales J. 2014. Comparison of meat quality between eland (*Taurotragus oryx*) and cattle (*Bos taurus*) raised under similar conditions. *Meat Science* **96**(1):346–352.
- Bartoš L. 2000. Biologie jelenovitých. Asociace farmových chovů jelenovitých České republiky a Výzkumný ústav živočišné výroby Praha – Uhřetěves. Praha. ISBN: 80-86454-06-1.
- Behm CA. 1997. The role of trehalose in the physiology of nematodes. *International Journal for Parasitology* **27**(2):215-229. DOI: 10.1016/S0020-7519(96)00151-8.
- Bekhit AED, Farouk MM, Cassidy L, Gilbert KV. 2007. Effects of rigor temperature and electrical stimulation on venison quality. *Meat Science* **75**:564–574.
- Benvenuti M N, Giuliotti L, Goracci J, Verità P. 2005. Study of gastrointestinal parasite dynamics in Zerasca sheep aimed at reducing anthelmintic treatment, International symposium on comparative advantages for typical animal products from the Mediterranean areas. *Vale de Santarem-Portogallo* **119**:283-287.
- Bhat ZF, Morton JD, Mason SL, Bekhit AEA. 2018. Role of calpain system in meat tenderness: A review. *Food Science and Human Wellness* **7**(3):196-204. DOI: 10.1016/j.fshw.2018.08.002.

- Borys B, Bogdaszewska Z, Bogdaszewski M. 2012. Dynamiczny wzrost fermowej hodowli danieli i danieli w Polsce. A rapid increase in fallow deer and red deer farming in Poland. *Wiadomości Zootechniczne* **1**: 33 – 44.
- Bureš D, Bartoň L, Kotrba R, Hakl J. 2015. Quality attributes and composition of meat from red deer (*Cervus elaphus*), fallow deer (*Dama dama*) and Aberdeen Angus and Holstein cattle (*Bos taurus*). *Journal of the Science of Food and Agriculture* **95** (11):2299-2306. DOI: 10.1002/jsfa.6950. ISSN 00225142
- Bureš D, Bartoň L, Kotrba R, Kudrnáčová E. 2017. Kvalita masa farmově chovaných jelenů a daňků. *Náš chov* **1**.
- Bureš D, Bartoň L, Kotrba R, Hakl J. 2018. Maso divokých zvířat a jeho role v lidské výživě. *Výživa a potraviny* **1**:9-13.
- Bykowska M & Plaizier J. 2018. Influence of selected factors on meat quality from farm-raised and wild fallow deer (*Dama dama*): a review. *Canadian Journal of Animal Science* **98**(3):405-415. DOI: 10.1139/cjas-2017-0146.
- Cawthorn DM & Hoffman LC. 2014. The role of traditional and non-traditional meat animals in feeding a growing and evolving world. *Animal Frontiers* **4** (4):6–12.
- Cei W, Salah N, Alexandre G, Bambou JC, Archimède H, 2018. Impact of energy and protein on the gastro-intestinal parasitism of small ruminants: a meta-analysis. *Livestock Science* **212**:34–44. DOI: 10.1016/j.livsci.2018.03.015.
- Cifuni GF, Amici A, Conto M, Viola P, Failla S. 2014. Effects of the hunting method on meat quality from fallow deer and wild boar and preliminary studies for predicting lipid oxidation using visible reflectance spectra. *Eur. J. Wildlife Res* **60**:519–526.
- Cintra MCR, Ollhof RD, Sotomaion CS. 2018. Sensitivity and specificity of the FAMACHA system in growinf lambs. *Veterinary parasitology* **251**:106-111.
- Cohen J, Powderly WG, Opal SM. 2017. *Infectious Diseases (Fourth Edition)*. Elsevier. ISBN 9780702062858.
- Craig TM. 2009. *Helminth Parasites of the Ruminant Gastrointestinal Tract*. *Food Animal Practice* **5**:78-91. DOI: 10.1016/B978-141603591-6.10022-3. ISBN 9781416035916.
- Český statistický úřad. 2018. Základní údaje o honitbách, stavu a lovu zvěře – od 1. 4. 2017 do 31. 3. 2018. Available from <https://www.czso.cz/csu/czso/zakladni-udaje-o-honitbach-stavu-a-lovu-zvere-od-1-4-2017-do-31-3-2018> (accessed January 2019).
- Český statistický úřad. 2015. *Spotřeba zvěřiny*. Available from <https://www.czso.cz/csu/czso/spotreba-potravin-2015> (accessed January 2019).

- Červený J et al. 2004. Encyklopedie myslivosti. Praha: Ottovo nakladatelství s.r.o. ISBN 80-7181-901-8.
- Darby C, Ananth SL, Tan L, Hinnebusch J. 2005. Identification of *gmhA*, a *Yersinia pestis* Gene Required for Flea Blockage, by Using a *Caenorhabditis elegans* Biofilm System. *Infection and Immunity* **73**(11):7236-7242.
- Daszkiewicz T, Hnatyk N, Dabrowski D, Janiszewski P, Gugolek A, Kubiak D, Smiecinska K, Winarski R, Koba-Kowalczyk M. 2015. A comparison of the quality of the *Longissimus lumborum* muscle from wild and farm-raised fallow deer (*Dama dama*). *Small Ruminant Research* **129**:77-83.
- Davidson RK, Kutz SJ, Madsilien K, Hoberg E, Handeland K. 2014. Gastrointestinal parasites in an isolated Norwegian population of wild red deer (*Cervus elaphus*). *Acta Veterinaria Scandinavica* **56** (1). DOI: 10.1186/s13028-014-0059-x.
- Demartini E, Vecchiato D, Tempesta T, Gaviglio A, Viganò R. 2018. Consumer preferences for red deer meat: a discrete choice analysis considering attitudes towards wild game meat and hunting. *Meat Science* **146**:168-179. DOI: 10.1016/j.meatsci.2018.07.031.
- Demiaszkiewicz AW, Merta D, Kobielsky J, Filip KJ, Pyziel M. 2017. Expansion of *Ashworthius sidemi* in red deer and roe deer from the Lower Silesian Wildrness and its impact on infection with other gastrointestinal nematodes. *Acta parasitologica* **62**(4):853-857.
- Elsheikha HM & Khan NA. 2011. Essentials of veterinary parasitology. Horizon Scientific Press. ISBN: 1904455794.
- Erhardová B, Kotrlý A, Páv J, Ryšavý B. 1953. Choroby lovné zvěře. Státní zemědělské nakladatelství Praha **158**:106.
- Ernst M. 2018. Los evropský (*Alces alces*). *Myslivost* **6**:34.
- Eysker M. 1978. Inhibition of the development of *Trichostrongylus* spp. as third larvae in sheep. *Vet. Parasitol* **4**:29-33. DOI: 10.1016/0304-4017(78)90033-X.
- Eysker M. 1997. Some aspects of inhibited development of trichostrongylids in ruminants. *Vet. Parasitol* **72**:265-283.
- Fantová M et al. 2012. Chov koz. Svaz chovatelů ovcí a koz v ČR. Nakladatelství Brázda, s.r.o. Praha **3**:4-8,52-54. ISBN 978-80-2009-0393-8.
- Florek M & Drozd L. 2013. Związki bioaktywne w mięsie jeleniowatych. *Medycyna Weterynaryjna* **69**(9):535-539 ISSN 0025-8628.

- Forbes AB, Warren M, Upjohn M, Jackson B, Jones J, Charlier J, Fox MT. 2009. Associations between blood gastrin, ghrelin, leptin, pepsinogen and *Ostertagia ostertagi* antibody concentrations and voluntary feed intake in calves exposed to a trickle infection with *O. ostertagi*. *Veterinary Parasitology* **162**(3–4):295–305.
- Forejtek P, Vodňanský M, et al. 2009. Správné ošetření a zdravotní posouzení ulovené zvěře. Brno: Institut ekologie zvěře VFU. ISBN 978-80-7305-055-9.
- Greer AW. 2008. Trade-offs and benefits: Implications of promoting a strong immunity to gastrointestinal parasites in sheep. *Parasite Immunology* **30**(2):123–132.
- Guerrero A, Valero MV, Campo MM, Sanudo C. 2013. Some factors that affect ruminant meat quality: from the farm to the fork. Review. *Acta Scientiarum Animal sciences* **35**(4):335-347.
- Hewitson JP & Maizels RM. 2014. Vaccination against helminth parasite infections. *Expert Rev Vaccines* **13**:473–87.
- Hromas J et al. 2008. Myslivost. Matice lesnická, Písek. ISBN 978-80-86271-00-2.
- Hoffman LC & Wiklund E. 2006. Game and venison – meat for the modern consumer. *Meat Science* **74**:197-208. DOI: 10.1016/j.meatsci.2006.04.005.
- Hoste H, Torres-Acosta JFJ, Quijada J, Chan-Perez I, Dakheel MM, Kommuru DS, Mueller-Harvey I, Terrill TH. 2016. Interactions between nutrition and infections with *Haemonchus contortus* and related gastrointestinal nematodes in small ruminants. *Advances in Parasitology- Haemonchus Contortus and Haemonchosis – Past, Present and Future Trends* 239–351. DOI: 10.1016/B978-0-12-384719-5.00424-X.
- Hurtada JM, Divina BP, Ducusin RJT. 2012. Anthelmintic efficacy of jackfruit (*Artocarpus heterophyllus L.*) and tamarind (*Tamarindus indica L.*) leaves decoction against gastrointestinal nematodes of goats. *Philipp J Vet Anim Sci* **38** (2): 157-166.
- Hutchison CL, Mulley RC, Wiklund E, Flesch JS. 2012. Effect of concentrate feeding on instrumental meat quality and sensory characteristics of fallow deer venison. *Meat Science* **90**:801-806.
- Chen ZX, Chen SY, Dickson DW. 2004. *Nematology: advances and Perspectives* **1**:1234 ISBN: 7302063125.
- Chodová D, Tůmová E, Sládková K, Langrová I, Jankovská I, Vadlejch J, Čadková Z, Krejčířová R. 2018. Effects of subclinical *Eimeria tenella* infection on Pectoralis major muscle in broiler chickens, *Italian Journal of Animal Science* **17**(1):18-21. DOI: 10.1080/1828051X.2017.1351899.

- Chroust K & Forejtek P. 2010. Hlístice trávicího (gastrointestinálního) traktu spárkaté zvěře. *Myslivost* **8**:72.
- Chroust K & Forejtek P. 2010. Parazitární choroby zvěře a jejich zdravotní význam. *Myslivost* **4**:44.
- Ingr I. 2003. Produkce a zpracování masa. Brno: Mendelova univerzita. ISBN 978-80-7375-510-2.
- Ingr I. 2003. Zrání masa a jeho praktický význam. In: Český svaz zpracovatelů masa. Available from <http://www.cszm.cz/clanek.asp?typ=1&id=894> (accessed December 2018).
- Jatau ID, Odika AN, Thlama M, Talba AM, Bisalla M, Musa IW. 2014. Response of 2 breeds of broiler chicks to experimental infection with low dose of *Eimeria tenella* sporulated oocysts. *Turk J Vet Anim Sci* **38**:398–404.
- Kaimbaeva LA & Gurinovich GV. 2016. Study of autolytic changes in red deer meat and beef. *Indian J. Sci. Technol* **9**:1-8. DOI: 10.17485/ijst/2016/v9i30/98747.
- Kaimbayeva LA, Malysheva ES, Kazikhanov R, Kazikhanova SR. 2018. Investigation on Autolytic Processes and Microstructural Changes in Red Deer Meat. *Pakistan Journal of Zoology* **50**(4). DOI: 10.17582/journal.pjz/2018.50.4.1341.1346.
- Kameník J. 2014. Maso jako potravina: produkce, složení a vlastnosti masa. Veterinární a farmaceutická univerzita Brno. ISBN: 978-80-7305-673-5.
- Kaufmann J. 2013. Parasitic Infections of Domestic Animals: A Diagnostic Manual. Birkhäuser. ISBN 9783034876667.
- Kerry J, Kerry J, Ledward D. 2002. Meat Processing - Improving Quality. Woodhead Publishing. ISBN 978-1-59124-484-4
- Kim YH, Lonergan SM, Huff-Lonergan E. 2010. Protein denaturing conditions in beef deep semimembranosus muscle results in limited μ -calpain activation and protein degradation. *Meat Science* **86**:883–887.
- Kim YH, Warner RD, Rosenvold K. 2014. Influence of high pre-rigor temperature and fast pH fall on muscle proteins and meat quality: a review. *Animal Production Science* **54**:375-395.
- Kipper M, Andretta I, Monteiro SG, Lovatto PA, Lehnen CR. 2011. Meta-analysis of the effects of endoparasites on pig performance. *Vet Parasitol* **181**:316–20.
- Kotrlá B, Červený V, Kotrlý A, Minář J, Ryšavý B, Šebek Z. 1984. Parazitózy zvěře. Vydavatelství Academia 191.

- Kotze AC & Prichard RK. 2016. Anthelmintic resistance in *Haemonchus contortus*: history, mechanisms and diagnosis. *Adv Parasito* **93**:397–428.
- Kudrnáčová E, Bartoň L, Bureš D, Hoffman LC. 2018. Carcass and meat characteristics from farm-raised and wild fallow deer (*Dama dama*) and red deer (*Cervus elaphus*): a review. *Meat Science* **141**:9–27.
- Kuzmina V, Kharchenko A, Malega AM. 2010. Helminth Fauna of Roe Deer (*Capreolus Capreolus*) in Ukraine: Biodiversity and Parasite Community. *Vestnik Zoologii* **44**:12–19.
- Kyral A. 2004. Parazitózy u spárkaté zvěře-prevence a léčba. Available from <http://vetweb.cz/parazitoy-u-sparkate-zvere-prevence-a-lecba> (accessed February 2019).
- Kyral J. 2007. Stojí prevence a léčba parazitóz u spárkaté zvěře opravdu za to? *Myslivost* **12**: 39
- Lamka J & Ducháček L. 2014. Veterinární léčiva pro posluchače farmacie. Karlova Univerzita v Praze, Nakladatelství Karolinum, Praha.
- Lamps LW. 2009. Infectious Disorders of the GI Tract. *Surgical Pathology of the GI Tract, Liver, Biliary Tract, and Pancreas*. Elsevier. 51-79. DOI: 10.1016/B978-141604059-0.50007-2. ISBN 9781416040590.
- Langrová I, Vadlejch J, Makovcová K, Jankovská I, Petrtýl M, Keil P, Lytvinecs A. 2008. Arrested development of sheep strongyles: onset and resumption under field conditions of Central Europe. *Parasitology Research* **103**:387 – 392.
- Lanková S, Langrová I, Jankovská I, Knížková I, Vadlejch J, Kunc P. 2018. Postup helmintologické pitvy a postmortální detekce helmintů vyskytujících se u domácích přežvýkavců v České republice. Česká zemědělská univerzita v Praze a Výzkumný ústav živočišné výroby, v.v.i. v Uhřetěvsi. Powerprint Praha. ISBN 978-80-7403-208-0.
- Lee DL. 2002. The biology of nematodes. CRC Press. ISBN: 0203166434.
- Lehel J, Laczay P, Gyurcsó A, Jánoska F, Majoros S, Lányi K, Marosán M. 2016. Toxic heavy metals in the muscle of roe deer (*Capreolus capreolus*) — food toxicological significance. *Environmental Science and Pollution Research* **23**(5):4465-4472. DOI: 10.1007/s11356-015-5658-1.
- Lorenzo JM, Munekata ES, Barba FJ, Toldrá F. 2019. More than beef, pork and chicken - the production, processing, and quality traits of other sources of meat for human diet. New York, NY: Springer Science Business Media. ISBN 978-3-030-05483-0.
- Ludwiczak A, Stanisz M, Bykowska M, Składanowska J, Ślósarz P. 2017. Effect of

- storage on quality traits of the semimembranosus muscle of farmed fallow deer (*Dama dama*) bucks and does. *Animal Science Journal* September **88**(8):1149-1155.
DOI: 10.1111/asj.12732.
- Miao ZH, Glatz PC, English A, Ru YJ. 2001. Managing fallow deer (*Dama dama*) and red deer (*Cervus elaphus*) for animal house research. In: ANZCCART fact sheet (Adelaide) 1–8.
- Nansen P. 1987. Production losses and control of helminths in ruminants of temperate regions. *International Journal for Parasitology* **17**(2):425-433. DOI: 10.1016/0020-7519(87) 90118-4.
- Page AP, Roberts M, Félix MA, Pickard D, Page A, Weir W. 2019. The golden death bacillus *Chryseobacterium nematophagum* is a novel matrix digesting pathogen of nematodes. *BMC Biol* **17**(1). DOI: 10.1186/s12915-019-0632-x.
- Panayotova – Pencheva MS. 2006. New records of protostrongylid lungworms from wild ruminants in Bulgaria. *Veterinární medicína Praha* **51**(10):477.
- Pato FJ, Vázquez L, López C, Sanchez Andrande L, Fernandez G. 2013. Gastrointestinal nematode infections in roe deer (*capreolus capreolus*) from the NW of the iberian peninsula: Assessment of some risk factors. *Veterinary Parasitology* **196**(1-2):136–142.
- Patrelle C, Jouet D, Ferté H. 2014. Development of 12 novel polymorphic microsatellite markers using a next generation sequencing approach for *Spiculopteria spiculoptera*, a nematode parasite of deer. *Molecular & Biochemical Parasitology*.
- Páv J. et al. 1981. Choroby lovné zvěře. Státní zemědělské nakladatelství, Praha **1**:144-194.
- Piaskowska N, Daszkiewicz T, Kubiak D, Janiszewski P. 2015. The effect of gender on meat (*Longissimus lumborum muscle*) quality characteristics in fallow deer (*Dama dama L.*). *Ital. J. Anim. Sci* **14**(3845): 389-393.
- Pipek P. 1995. Technologie masa I. VŠCHT Praha. ISBN 80-7080-174-3.
- Pipek P & Pour M. 1998. Hodnocení jakosti živočišných produktů. Česká zemědělská univerzita. Praha. ISBN: 80-213-0442-1.
- Pisseri F, de Benedictis C, Roberti di Sarsina P, Azzarello B. 2013. Sustainable Animal Production, Systemic Prevention Strategies in Parasitic Diseases of Ruminants. *Altern Integ Med* **2**: 106. DOI:10.4172/aim.1000106.
- Roeber F, JexAR, GasserBR. 2013. Chapter Four - Next-Generation Molecular-Diagnostic Tools for Gastrointestinal Nematodes of Livestock, with an Emphasis on Small

- Ruminants: A Turning Point? *Advances in Parasitology* **83**:267-333. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-407705-8.00004-5>.
- Radder L & Roux le R. 2002. Factors affecting food choice in relation to venison. Department of Marketing, Port Elizabeth Technikon, South Africa.
- Roeber F, Jex AR, Gasser BR. 2013. Next-Generation Molecular-Diagnostic Tools for Gastrointestinal Nematodes of Livestock, with an Emphasis on Small Ruminants. Elsevier. *Advances in Parasitology*. 267-333. DOI: 10.1016/B978-0-12-407705-8.00004-5. ISBN 9780124077058.
- Roberts LS & Schmidt GD. 2009. Foundations of parasitology. ISBN: 0073028274.
- Ryšavý B. 1989. *Základy parazitologie*. Praha. Státní pedagogické nakladatelství.
- Sammel LM, Hunt MC, Kropf DH, Hachmeister KA, Kastner CL, Johnson DE. 2002. Influence of chemical characteristics of beef inside and outside semimembranosus on color traits. *Journal of Food Science* **67**:1323–1330.
- Sans P & Combris P. 2015. World meat consumption patterns: An overview of the last fifty years (1961–2011). *Meat Science* **109**: 106–111.
- Savell JW, Mueller SL, Baird BE. 2005. The chilling of carcasses. *Meat Science* **70**:449–459.
- Shabban KS. 2012. Exacerbating effect of Newcastle disease virus (NDV) infection on subclinical caecal coccidiosis in broilers vaccinated against Newcastle disease virus (NDV). *Researcher* **4**:55–59.
- Státní veterinární správa. 2018. Zpráva o činnosti v oblasti ochrany zdraví volně žijících zvířat v roce 2017.
- Státní veterinární správa. 2018. Nařízení státní veterinární správy ze dne 12. 12. 2018. Mimořádná veterinární opatření k zamezení šíření nebezpečné nákazy – afrického moru prasat na území České republiky.
- Steinhauser L. et al. 1995. *Hygiena a technologie masa*. LAST Brno.
- Straka I. 2007. Zvláštnosti v chemickém složení jelení zvěřiny. *Myslivost* **1**:50.
- Sutherland & Scott I. 2009. *Gastrointestinal nematodes of sheep and cattle: biology and control*. Wiley-Blackwell. ISBN 978-1-405-18582-0.
- Tapia-Escárate D, Pomroy W E, Scott I, Wilson P R, Lopez-Villalobos N. 2015. Establishment rate of sheep gastrointestinal nematodes in farmed red deer (*Cervus elaphus*). *Veterinary Parasitology* **209**:138-141.
- Taylor MA, Coop R L, Wall R L. 2007. *Veterinary Parasitology* Wiley. ISBN: 1405119640.

- Tomasevic I, Novakovic S, Solowiej B, et al. 2018. Consumers' perceptions, attitudes and perceived quality of game meat in ten european countries. *Meat science*. **142**:5-13. Doi: 10.1016/j.meatsci.2018.03.016. ISSN 03091740.
- Tomiczek H & Türke F. 2003. *Das Muffelwild*. Franckh-KosmosVerlags. Stuttgart, český překlad Štorkánová A, Mufloní zvěř, Biologie, chov a lov. Vydavatelství VÍKEND s.r.o., 2007. ISBN 978-80-86891-70-5.
- Tůmová E, Volek Z, Chodová D, Härtlová H, Makovický P, Svobodová J, Ebeid TA, Uhlířová L. 2016. The effect of 1- week feed restriction on performance, digestibility of nutrients and digestive system development in the growing rabbit. *Animal* **10**:1–9.
- Vaca D. 2018. Myslivecká statistika 2017/2018. Svět myslivosti.cz Available from <http://www.svetmyslivosti.cz/zpravy/myslivecka-statistika-2017-2018> (accessed February 2019).
- Vadlejch J & Langrová I. 2014. *Gastrointestinální hlístice ovcí*. Powerprint Praha **1**:105. ISBN: 9788087994207.
- Vadlejch J, Magdálek J, Rylková K, Forejtek P, Čadková Z. 2018. Sezónní dynamika invazní hlístice *Ashworthius sidemi* u volně žijících přežvýkavců v ČR. *Veterinářství* **12**:869-875
- Valencak TG, Gamsjäger L, Ohrnberger S, Culbert NJ, Ruf T. 2015. Healthy n-6/n-3 fatty acid composition from five European game meat species remains after cooking. *BMC Research Notes* **8** (1). DOI: 10.1186/s13104-015-1254-1. ISSN 1756-0500
- Vodňanský M, Forejtek M. et al. 2009. *Hygiena zvěřiny*. Středoevropský institut ekologie zvěře vfu. Brno. ISBN 978-7305-073-3.
- Volf P & Horák P. 2007. *Paraziti a jejich biologie*. Triton Praha. ISBN: 978-80-7387-008-09.
- Volpelli LA, Valusso R, Morgante M, Pittia P, Piasentier E. 2003. Meat quality in male fallow deer (*Dama dama*): Effects of age and supplementary feeding. *Meat Sci* **65**: 555–562.
- Vyhláška č. 69/2016 Sb. ze dne 17. února 2016 o požadavcích na maso, masné výrobky, produkty rybolovu a akvakultury a výrobky z nich, vejce a výrobky z nich. Available from http://eagri.cz/public/web/ws_content?contentKind=regulation§ion=1&id=85945&name=69/2016 (accessed December 2018).
- Warner RD, Dunshea FR, Gutzke D, Lau J, Kearney G. 2014. Factors influencing the incidence of high rigor temperature in beef carcasses in Australia. *Animal Production Science* **54**:363–374.

- Wiklund E, Farouk M, Finstad G. 2014. Venison: Meat from red deer (*Cervus elaphus*) and reindeer (*Rangifer tarandus tarandus*). *Animal Frontiers* **4**(4): 55-61.
- Wiklund E, Finstad G, Johansson L, Aguiar G, Bechtel PJ. 2008. Carcass composition and yield of Alaskan reindeer (*Rangifer tarandus tarandus*) steers and effects of electrical stimulation applied during field slaughter on meat quality. *Meat Science* **78**:185-193.
- Wiklund E, Manley T, Littlejohn R. 2004. Glycolytic potential and ultimate muscle pH values in red deer (*Cervus elaphus*) and fallow deer (*Dama dama*). *Rangifer* **24** (2): 87–94.
- Winkelmayer R, Lebersorger P, Hans-Friedemann Z, Forejtek P, Vodňanský M, Večerek V, Malena M, Nagy J, Lazar P. 2005. *Hygiena zvěřiny: příručka pro mysliveckou praxi*. Institut ekologie zvěře VFU. Brno. ISBN: 807-30-5523-6.
- Wolf R. 2000. *Rukověť chovu a lovu daňčí zvěře*. Matice lesnická Písek **1**:199. Dobové spisky. ISBN: 8086271056.
- Wood JD, Richardson RI, Nute GR, Fisher AV, Campo M, Kasapidou E, et al. 2004. Effects of fatty acids on meat quality: A review. *Meat Science* **66**:21–32.
- Zajac AM. 2006. Gastrointestinal nematodes of small ruminants: life cycle, anthelmintics, and diagnosis. *Vet Clin Food Anim* **22**:529–541.
- Zákon o myslivosti č. 449/2001 Sb., Sbíрка zákonů ročník 2001, 168, ze dne 31.12.2001
- Zákon č. 246/1992 Sb. na ochranu zvířat proti týrání, ve znění pozdějších předpisů.

9 Seznam použitých zkratek a symbolů

ATP	adenosintrifosfát
CLA	konjugovaná kyselina linolová
DFD	dark = tmavé, firm = tuhé, dry = suché
DHA	dokosahexaenová kyselina
EPA	eikosapentaenová kyselina
GIN	gastrointestinální nematoda
JUT	jatečně upravené tělo
KVS	Krajská veterinární správa
MO	mikroorganismy
MUFA	mononenasyčené mastné kyseliny
MVO	mimořádné veterinární opatření
PSE	pale = bledé, soft = měkké, exudative = vodnaté
PUFA	polynenasycené mastné kyseliny
SFA	nasyčené (saturované) mastné kyseliny

10 Samostatné přílohy

Příloha I. Přehled vnitřních parazitů muflonů a lokalizace jejich působení (Tomiczek 2003).

Vnitřní paraziti mufloní zvěře (PÁV 1979, KUTZER 1992)			
Eimeria ah-sa-ta	tenké střevo	Oesophagostomum venulosum	slepé střevo
Eimeria arloingi	tenké střevo	Oesophagostomum columbianum	slepé střevo
Eimeria erandalis	tenké střevo	Ashwortius sidemi	slez
Eimeria faurei	tenké střevo	Haemonchus contortus	slez
Eimeria intricata	tenké střevo, kyčelník	Nematodirus filicollis	tenké střevo
E. ninae-kohl-yaki-movae	tenké střevo, kyčelník	Nematodirus spathiger	tenké střevo
Eimeria parva	tenké střevo, kyčelník	Trichostrongylus axei	slez, tenké střevo
Fasciola hepatica	játra	Trichostrongylus capricola	slez, tenké střevo
Dicrocoelium dendriticum	játra	Trichostrongylus colubriformis	tenké střevo
Paramphistomum sp.	bachor, tenké střevo	Trichostrongylus vitrinus	tenké střevo
Moniezia benedeni	tenké střevo	Ostertagia circumcinta	slez
Moniezia expanza	tenké střevo	Ostertagia leptospicularis	slez
Taenia hydatigena/ Cysticercus tenuicollis	střevo, plíce, bachor, slezina	Ostertagia trifurcata	slez
Dictyocaulus viviparus	plíce	Ostertagia ostertagi	slez
Müllerius capillaris	plíce	Ostertagia pinnata	slez
Protostrongylus kochi	plíce	Skrjabinagia kolchida	slez
Trichuris globulosa	slepé střevo	Spiculopteragia böhmi	slez
Trichuris ovis	slepé střevo	Spiculopteragia spiculoptera	slez
Trichuris capreoli	slepé střevo	Cooperia pectinata	
Capillaria bovis	tenké střevo	Cooperia oncophora	tenké střevo
Capillaria longipes	tenké střevo	Cooperia bisonis	tenké střevo
Chabertia ovina	tlusté střevo	Cooperia curticei	tenké střevo
Bunostomum trigonocephalum	tenké střevo	Coenurus cerebralis	mozek

Pozn. *Dictyocalus viviparus* v současnosti *Dictyocalus noeneri*, (*Dictyocalus viviparus* cizopasí u skotu a dříve byl ztotožňován s *Dictyocalus noeneri*) *Eimeria ah-sa-ta* jako *Eimeria ahsata*, *Müllerius capillaris* jako *Muellerius capillaris*.

Příloha II. Klinický obraz a patologie infekcí způsobených hlísticemi s lokalizací ve střevech (Lanková et al. 2018).

Tabulka 1: Klinický obraz a patologie infekcí způsobených hlísticemi s lokalizací ve střevech (Demiaszkiewicz et al., 2012; Bowman et al., 2014; Vadlež, 2015; Taylor et al., 2016)

druh	lokalizace	klinický obraz	patologie
<i>Cooperia curticei</i> ♀ 6,0 – 8,0 mm ♂ 4,5 – 6,0 mm	tenké střevo	anorexie, poruchy trávení, opožděný růst	nepenetrují do střevního epitelu, ale stáčí se kolem klků → atrofie
<i>Nematodirus battus</i> ♀ 15 – 25 mm ♂ 11 – 16 mm	tenké střevo	akutní enteritida, žlutavě zelený průjem, dehydratace, zíznivost, u neléčených zvířat vysoká mortalita. Koinfekce s patogenními druhy kokcií → zhoršení stavu	narušení sliznice ilea následkem požití velkého množství L3 larev, vývoj L4 a L5 je provázen erozí a atrofií střevní sliznice. Sliznice je pokryta hlenem, přítomnost navzájem propletených hlístic (podobné chomáči vaty)
<i>Nematodirus filicollis</i> ♀ 15 – 25 mm ♂ 15 – 24 mm	tenké střevo	průjmy a dehydratace juvenilních zvířat	L3 larvy penetrují hluboko do střevní sliznice, L4 a L5 larvy vyčnívají kaudálními konci do lumen střeva. Velké množství hlístic → atrofie.
<i>Nematodirus spathiger</i> ♀ 15 – 25 mm ♂ 10 – 15 mm	tenké střevo	viz infekce <i>N. filicollis</i>	viz infekce <i>N. filicollis</i>
<i>Trichostrongylus colubriformis</i> ♀ 5,5 – 7,5 mm ♂ 4,0 – 5,5 mm	tenké střevo	tmavé průjmy, hypoproteinémie, hypoalbuminémie, poruchy metabolismu Ca, P → osteoporóza a osteomalacie; úbytek hmotnosti může mít letální charakter	larvy penetrují střevní sliznici – výrazné léze, hemoragie, edém (zejména v oblasti duodena), velké množství hlenu
<i>Trichostrongylus vitrinus</i> ♀ 4 – 6 mm ♂ 5 – 8 mm	tenké střevo	průjmy, úbytek hmotnosti, poruchy metabolismu proteinů a minerálů (viz infekce <i>T. colubriformis</i>)	méně rozsáhlé léze střevní sliznice než u infekce <i>T. colubriformis</i> ; mělké, zarudlé, stlačené oblasti tvaru „otisku prstu“, přítomnost hlístic přichycených na sliznici
<i>Bunostomum trigonocephalum</i> ♀ ♂ 10 – 30 mm	tenké střevo	100 – 500 hlístic u jedince → anémie, hypoalbuminémie, edémy (submandibulární), vyčerpání, anorexie, úbytek hmotnosti, příležitostně tmavé průjmy, suchá kůže 600 hlístic → riziko kolapsu až úhynu ovcí	ascites; edém střevní sliznice, velké množství hlenu, léze a hemoragie způsobené ústní kapsulou – často nález dosud přichycených hlístů na sliznici nebo volně ve střevním lumen
<i>Chabertia ovina</i> ♀ ♂ 13 – 20 mm	tlusté střevo	> 300 hlístic u jedince → průjem s příměsí krve, hlenu i hlístic, anémie, hypoalbuminémie, úbytek hmotnosti	zánětlivé edematózní změny střev způsobené mechanickým poškozením zubů hlístic při přísátí ke sliznici, zesílení stěny střeva, hemoragie
<i>Oesophagostomum columbianum</i> ♀ 15 – 22 mm ♂ 12 – 17 mm	tlusté střevo	průjem tmavě zeleného zbarvení, rychlý úbytek hmotnosti, vyčerpání, anémie, u mladých zvířat letální charakter	střevní sliznice zesílená, pokrytá hlenem obsahujícím hlístice, výskyt nodulů 0,5 – 3 cm obsahujících larvy
<i>Oesophagostomum radiatum</i> ♀ 16 – 22 mm ♂ 12 – 17 mm	tlusté střevo	vysoká míra infekce ≥ 200 hlístic u telat a ≥ 1000 u dospělého skotu → anémie, hypoalbuminémie, průjmy	zánětlivé změny střeva, výskyt nodulů až 0,5 cm, hemoragie
<i>Trichuris ovis</i> ♀ 35 – 70 mm ♂ 50 – 80 mm	tlusté/slepé střevo	průjem (někdy krvavý), anorexie, slabost, úbytek hmotnosti, anémie	silná infekce – zánětlivé změny tlustého / slepého střeva, sliznice pokryta hlenem, hemoragie
<i>Trichuris globulosa</i> ♀ 40 – 60 mm ♂ 40 – 70 mm	tlusté/slepé střevo	velké množství hlístic může vést k zánětu sliznice slepého střeva	při silných infekcích zánět tlustého střeva, ulcerace, hemoragie