



Sveriges lantbruksuniversitet
Swedish University of Agricultural Sciences

Fakulteten för veterinärmedicin
och husdjursvetenskap

Parasitinfektioners påverkan på köttkvaliteten hos nötkreatur och får

The impact of parasitic infections on meat quality of cattle and sheep

Carina Tufvesson



Examensarbete/Självständigt arbete • 15 hp

Agronomprogrammet - Husdjur

Uppsala 2019

Parasitinfektioners påverkan på köttkvaliteten hos nötkreatur och får

The impact of parasitic infections on meat quality of cattle and sheep

Carina Tufvesson

Handledare: Katarina Arvidsson Segerkvist, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för husdjurens miljö och hälsa; Avdelningen för produktionssystem

Examinator: Johan Höglund, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för biomedicin och veterinär folkhälsovetenskap (BVF); Enheten för parasitologi

Omfattning: 15 hp

Nivå och fördjupning: Grundnivå, G2E

Kurstitel: Självständigt arbete i husdjursvetenskap

Kursansvarig inst.: Institutionen för husdjurens utfordring och vård

Kurskod: EX0865

Program/utbildning: Agronomprogrammet - Husdjur

Utgivningsort: Uppsala

Utgivningsår: 2019

Omslagsbild: Elsemargriet, Pixabay

Elektronisk publicering: <https://stud.epsilon.slu.se>

Nyckelord: Parasiter, infektion, köttkvalitet, idisslare, nötkreatur, får

Sveriges lantbruksuniversitet

Institutionen för Husdjurens Miljö och Hälsa

Sammanfattning

Arbetet illustrerar hur köttkvaliteten hos nötkreatur och får påverkas av djurens tillväxt och hur parasiterna kan störa denna. Den främsta påverkan som är återkommande i flera studier är en försämrad aptit samt en negativ effekt på tillväxten. Vanligt förekommande parasiter hos nötkreatur och får är *Ostertagia ostertagi* (löpmagmask), *Teladorsagia (Ostertagia) circumcincta* (mellanstora magmasken), *Haemonchus contortus* (stora magmasken) och *Cooperia oncophora* (Tunntarmsmask). Parasitinfektioner orsakar ofta subklinisk sjukdom, vilket innebär att djuren till synes verkar friska och det är först när en kraftigt nedsatt produktion påvisas som infektionen upptäcks via träckprov. En störd spjälkning och absorption av näringen kan leda till en sämre utnyttjandegrad av fodret och en reducering av tillgänglig energi vilket minskar tillväxten. När produktionsdjuren inte kan nytta tillväxtpotentialen kan det medföra att slaktmognaden förskjuts eller att formklassen försämras. Förändringar i det slutliga pH-värdet, smak och köttfärg är några av effekterna som påvisats i köttkvaliteten hos djur som infekterats av parasiter. Studier har påvisat att parasiternas påverkan på värdjuret kan begränsas och motarbetas genom avmaskning eller stödutfodring med en proteinrik foderstat. Båda åtgärderna har uppvisat positiv effekt på tillväxten och störning i parasiternas reproduktion, det vill säga färre parasiter utvecklas fullt ut till vuxna individer. Antalet studier där parasitinfektionens direkta effekt på köttkvalitet är knappa och ämnet bör belysas i framtida studier.

Abstract

This work illustrates how the meat quality is affected by the growth of the animals and how the parasites can interfere with it. The main impact that is recurring in several studies is an impaired appetite and a negative effect on growth. Common parasites are *Ostertagia ostertagi*, *Teladorsagia (Ostertagia) circumcincta*, *Haemonchus contortus* and *Cooperia oncophora* all of which are considered gastrointestinal nematodes. Parasite infections can cause subclinical symptoms, which means that the animals appear to be healthy and it is only when a reduced production is detected that the infection is discovered. A disturbed digestion and absorption of the nutrition leads to a negatively affected feed utilization and a reduction of available energy which affects growth. When an animal is unable to benefit from the growth potential it could result in a delay of the carcass maturity or a deficient carcass composition. Changes in the final pH, taste and meatcolor are some of the effects detected in the meat quality of animals infected by parasites. The parasitic damage on the animal can be limited and counteracted by treatments or supplementation of the diet, both of which have shown a positive effect on growth and disturbance of the parasite's reproduction. The number of studies in which the direct effect of parasitic infection on meat quality is scarce and the area needs to be highlighted in future studies.

Introduktion

Köttkvalitet är ett komplext område som påverkas av både produktions- och produktkvalitet. Produktionskvalitet handlar om uppfödningens form, exempelvis om produktionen är intensiv, extensiv eller ekologisk. Produktkvalitet i sin tur inkluderar aspekter som täcker köttets hygieniska, teknologiska, sensoriska och näringsmässiga kvalitet (Jamieson, 2010; Beck-Friis *et al.*, 2013). Hur den slutliga köttkvaliteten utvecklas beror till exempel på utfodring, sjukdom och stress före slakt samt hanteringen av slaktkroppen (Jamieson, 2010).

En rapport från Jordbruksverket (2014) redovisade att upp till 290 ton kött del- och helkasserades 2012 från de större slakterierna i Sverige. De vanligaste slaktkroppsanmärkningarna hos nötkreatur samma år var parasitangrepp orsakade av *Fasciola hepatica* (stora leverflundran), juverinflammation och lunginflammation. Gemensamt för slaktkropparna med sjukdomsregistreringar kopplade till parasitangrepp var att de uppvisade en lägre slaktvikt än djur utan anmärkning. Detta tyder på en sämre tillväxt och att djurens tillväxtpotential begränsats (Svenska Djurhälsovården se Jordbruksverket, 2014).

Genom att förstå hur parasiter påverkar djuren kan paralleller dras till vilka följder parasitinfektioner kan få på köttkvaliteten. Parasiter är ett vanligt problem hos betande produktionsdjur som kan medföra negativa effekter. Till exempel kan tillväxten och foderkonsumtionen försämrans och senare påverka slaktkroppen (Sykes, 1994 se Svensson *et al.* 2000). Parasiter i mag-tarmkanalen förknippas med försämrad produktivitet som en följd av bland annat sjukliga förändringar i mag-tarmkanalen. Om spjälkning och absorption av näringen påverkas leder detta till en försämrad tillväxt och foderkonsumtion (Fox, 1993). Studier av Taylor *et al.* (1989) och Fox *et al.* (1989) visade att tillväxten reducerades beroende på parasitinfektionens omfattning.

Arbetet syftar till att granska parasitinfektioners påverkan på köttkvaliteten hos nötkreatur och får. Förekomst och effekt av olika parasiter kommer att redogöras för, både vilka som har en dokumenterad effekt och de som möjligtvis skulle kunna påverka köttkvaliteten, till exempel genom en försämrad tillväxt. Parasitinfektionens effekt på djuren samt olika mekanismer som påverkar köttkvalitet diskuteras genom att besvara följande frågeställningen: Hur kan parasitinfektioner påverka köttkvaliteten hos nötkreatur och får? Arbetet består av en litteraturgenomgång av tidigare studier som gjorts på parasitinfektioner och köttkvalitet samt av studier som påvisat ett samband mellan dessa. I arbetet avgränsas parasiterna till löpmagmask, stora och mellanstora magmasken, stora leverflundran, tunntarmsmask och lungmask eftersom dessa är vanligt förekommande i Sverige samt att de kan orsaka kraftiga infektioner och påverka djurens produktion.

Köttkvalitet

Köttkvaliteten speglar aspekter kring djurens liv och död. Men även hantering av både det levande djuret och slaktkroppen vid och efter slakt. Kvaliteten delas vanligen in i fem områden: ätkvalitet, hygienisk kvalitet, näringsmässig kvalitet, teknologisk kvalitet samt etisk kvalitet som berör hållbarhet och djurvälstånd (Jamieson, 2010; Beck-Friis *et al.*, 2013). Ätkvalitet omfattar köttets smak, lukt, saftighet, mörhet och köttfärg. Dessa är bland annat beroende av ras, ålder, kön och utfodring. Hygienisk kvalitet är viktig för livsmedelssäkerhet som till exempel förekomst av patogena mikroorganismer, parasiter och läkemedelsrester. Den näringsmässiga kvaliteten syftar till näringsvärdet på köttet; mängden fett, protein samt vitaminer och kolhydrater. Den teknologisk kvalitet handlar om köttet vattenhållandeförmåga, pH-värde, mörhet och marmorering.

Fördelningen av muskler och fett är avgörande för vilken klassificering slaktkroppen når. Inom EU används ett gemensamt klassningssystem, EUROP, där bedöms formklass och fettgrupp enligt en skala bestående av 15 klasser för vardera fett och muskulatur (Jordbruksverket, 1998). Klassningssystemet finns för att bilda en uppfattning om slaktkroppens brukbarhet, det vill säga mängden kött, fett och ben samt ge ett korrekt avräkningspris till producenten. På slakteriet besiktigas samtliga djur före och efter slakt av en veterinär från Livsmedelsverket (Jamieson, 2010). Slaktkropp och organ besiktigas för att upptäcka faktorer som är av betydelse för människors eller djurens hälsa. Det kan vara läkemedelsrester, parasitangrepp, sjukdom eller mekaniska skador som blåmärken på slaktkroppen som eventuellt medför kassation.

Kännedom om den genetiska variationen hos raser möjliggör en viss förutsägelse av slaktkroppen och köttkvaliteten (Jamieson, 2010). Dock är det svårt att uppnå en viss standard av köttkvaliteten eftersom flera faktorer kan påverka djuren och deras muskel – och fettansättning. Djurets kön och individuella anlag är de faktorer som har störst inverkan på slaktkroppssammansättningen. Andelen bindväv skiljer sig åt mellan muskelgrupper beroende på deras funktion i djuret, stora muskler som arbetar mycket och har en högre andel bindväv vilket upplevs segare än exempelvis ryggbiff (*Musculus longissimus dorsi*; Lawries, 2006^a; Fernand, 1949 se Lawries^b, 2006). Hos nötkreatur och får skiljer sig proportionen mellan intramuskulärt fett och subkutant fett, där får ansätter en högre andel subkutant fett än nötkreatur (Callow, 1948 se Lawries^c 2006). Det intramuskulära fettet är starkt bidragande till en förhöjd smakupplevelse, dels för att fett fungerar som smakbärare och marmorerat kött upplevs saftigare (Jamieson, 2010).

Slaktutbytet anger slaktvikten i procent av levandevikten, det vill säga vikten efter urtagning av mag-tarmpaket, avhudning, avblodning samt att huvud, svans och fötter är borttagna (Jamieson, 2010). En grundläggande förutsättning för ett högt slaktutbyte och en välutvecklad slaktkropp är att djuren kunnat nyttja sin fulla tillväxtpotential. För att detta ska vara möjligt krävs friska djur och en tillräcklig mängd energi från foderstaten. Under djurens tillväxt förändras kroppens sammansättning och form. Muskelansättningen minskar med åldern medan fettansättningen ökar (Jamieson, 2010). Detta innebär att äldre djur nyttjar en större del av den tillgängliga energin till fettansättning istället för muskler, eftersom fett är mer energitätt än protein och kräver mer energi för att ansättas (Jamieson, 2010). Ungnöt och lamm kan med fördel vara i tillväxt sista tiden före slakt då detta ger bättre förutsättningar för fyllda glykogendepåer. samt

att djurens tillväxt av fettvävnad och muskler avtar när djuren är slaktmogna (Hood & Allen, 1973; Robelin, 1986). Att utfodra produktionsdjur efter uppnådd slaktmognad medför en onödig kostnad.

En viktig faktor är att utfodringen tillgodoser energibehovet och att djuren är friska. Under produktionen kan situationer uppstå då djuren får ett underskott av energi. Tillväxten och utvecklingen kan då avstanna och djuren tvingas nyttja kroppsreserver som energi. Samma gäller för djur som bär på parasiter (Sykes, 2000). Energin går då inte till tillväxten utan den behövs för underhåll av organ, immunförsvar och reparera skador orsakade av parasiter. Widdowson *et al.* (1960 se Lawries^d, 2006) påvisade att undernärda djur kan få en ökad vätskemängd i musklerna. Muskelvävnadens kemiska sammansättning är vanligen relativt konstant med 75 % vatten, 19–25 % protein och 1–2 % glykogen. Undernärda djur från Widdowson *et al.* (1960) försök innehöll 83 % vatten medan kontrollgruppens värde var 74 % vid ett års ålder.

Muskel blir kött

Processen då en muskel blir till kött är viktig för att uppnå en bra köttkvalitet (Jamieson, 2010), pH-värdet och energimetabolismen är några faktorer som påverkar slutresultatet (Paredi *et al.*, 2012). Ett optimalt slutligt pH-värde i musklerna ligger omkring 5,5 och bidrar till att köttets smak, hållbarhet och mörheten påverkas positivt (Lawries^e, 2006 ; Jamieson, 2010). Om djuren utsätts för stress under en längre tid före slakt kan musklernas glykogenedepåer påverkas negativt vilket kan leda till ett högre pH-värde efter slakt (Paredi *et al.*, 2012). Om glykogenutarmningen motverkas till exempel genom minskad stress vid hantering av djuren kan ätkvaliteten gynnas eftersom tillräckligt med mjölksyra kan bildas och under optimala förutsättningar ge ett pH-värde på 5,5 (Hopkins *et al.*, 2014). Det slutliga pH-värdet indikerar bland annat hur köttets ätkvalitet kommer bli.

När djuret avblodas förlorar musklerna sin syre- och näringstillförseln som normalt sker med blodet. Det tillgängliga syret som finns kommer att förbrukas fort eftersom musklerna inte dör när djuret dör (Jamieson, 2010). När glykogen bryts ner anaerobt omvandlas det till mjölksyra (Sjaastad, 2016). Mjölksyran medför en pH-sänkning som gör att kalcium läcker in i muskelfibrerna varvid muskeln kontraherar (Paredi *et al.*, 2012). För att musklerna ska slappna av krävs energi men i brist på denna inträffar likstelheten, *rigor mortis*. Proteolytiska enzymer i musklerna påbörjar den naturliga mörningen och bryter bindningen mellan aktin och myosin, vilket gör att musklerna slappnar av. Muskelproteinerna påverkas om pH-värdet sjunker för fort eller om det slutliga pH-värdet är väldigt lågt, vilket kan resultera i en försämrad vattenhållande förmåga (Bendall & Wismer-Pedersen, J., 1962; Offer, 1991). Hos djur med låga nivåer av muskelglykogen bildas inte tillräckligt med mjölksyra för att sänka pH-värdet till ett optimalt värde. Resultatet blir ett kött med kvalitetsproblemet Dark, Firm och Dry (DFD). Den önskvärda denatureringen av muskelproteinerna uppstår inte vilket medför att köttsaften förblir hårt bunden i muskelproteinerna och köttet upplevs då torrt och hårt.

Parasiter

Symtom på parasitinfektion

Parasiter är organismer som lever direkt på eller i levande varelser varifrån de tar sin näring (SVA, 2019). Mag-tarmparasiter lever i tunntarmen eller löpmagen och är vanligt förekommande hos produktionsdjur runt om i världen (Holmes, 1987). Exempel på sådana är *Ostertagia.ostertagi* (löpmagmask) hos nötkreatur och *Teladorsagia circumscincta* (mellanstor magmask) hos får. Dessa ger ett flertal biverkningar som kan påverka djurens produktivitet negativt. Exempelvis kan en negativ tillväxt ge upphov till en förändrad kroppssammansättning (Holmes, 1987). Andra parasiter som förekommer hos får och/ eller nötkreatur är *Fasciola hepatica* (stora leverflundran) som är en generalist och *Dictyocaulus viviparus* (lungmask) som bara finns hos nötkreatur.

Effekten från en parasitinfektion varierar med parasitart, infektionens omfattning, djurens ålder och deras immunologiska status (Holmes, 1987). Kraftiga infektioner av bland annat stora magmasken kan leda till dödsfall (Abbott *et al.*, 1986^b). Parasiterna kan påverka djuren kliniskt eller subkliniskt. Exempel på kliniska symtom är ett försämrat allmäntillstånd, ödem, diarré och tovig hårrem medan utmärkande för subkliniska symtom är förluster i mjölkproduktion, försämrad tillväxt och viktninskning.

Under betesperioden finns en ständig risk för spridning av fekal-orala smittor. På grund av att maskar lägger ägg som kontaminerar betet via djurens träck (Corwin, 1997; Dimander, 2003). Betestryck, tidpunkt för betessläpp och betessäsongens längd påverkar i vilken utsträckning parasiterna ackumuleras (Höglund *et al.*, 2001). Generellt drabbas yngre djur hårdare då de inte hunnit utveckla någon immunitet mot parasiter. Äldre djur kan utveckla en förvärvad immunitet efter exponering vilket minskar risken med en återinfektion. Hos djur som byggt upp en immunitet mot parasiten kommer parasiternas äggproduktion vara lägre än hos naiva djur. Djuren kan dock fortfarande vara bärare av parasiten och smitta betet (Nansen, 1993; Van Houtert & Sykes 1996)

Parasiters skada och effekt på köttkvalitet

Störd ämnesomsättning

Ett vanligt kännetecken hos djur som infekterats av mag-tarmparasiter är nedsatt aptit och därmed minskad foderkonsumtion. När foderintaget har studerats på nötkreatur framkom att de djur som behandlats mot parasiter ägnade längre tid åt att äta jämfört med de infekterade djuren (Forbes *et al.*, 2000). I Abbott *et al.* (1986^b) studie kunde samma effekt konstateras hos lamm. Aptiten varierade med både infektionsnivån av *H. contortus* och mängden protein i fodret. Lamm som utfodras med en proteinfattig foderstat uppvisade allvarligare kliniska symtom så som viktninskning, anemi och anorexi (Abbott *et al.*, 1986^b). Djuren som fick en proteinrik foderstat tappade inte i vikt men viktökningen avstannade under de första sex veckorna efter infektionen, för att sedan öka. Bland handjuren som utfodrades med en högre andel protein upptäcktes ingen anorexi. Antalet parasiter var snarlikt i båda grupperna. Ett av hondjuren i den proteinrika gruppen utvecklade anorexi och avled tio veckor efter infektion. I den proteinfattiga gruppen avled två av hondjuren, sju respektive nio veckor efter infektion. Även Entrocasso *et al.* (1986) påvisade försämrat aptit och lägre tillväxt hos nötkreatur

infekterade arter från *Cooperia* (tunntarmsmask) och *Ostertagia* (löpmagmask) jämfört med avmaskade stutar. Exakt varför värdjuret får en försämrad aptit är inte helt klarlagt. Möjliga orsaker kan vara smärta på grund av vävnadsskador, förändring av mag-tarmkanalens rörelser och förändring av passagehastigheten (Holmes, 1987; Hawkins, 1993).

Parasiter kan störa proteinmetabolismen och upptaget av proteiner i mag-tarmkanalen (Van Houtert *et al.*, 1996). Förlust av protein kan ske som en följd av en ökad cellförnyelse av tarmslemhinnans epitelceller i samband med en parasitinfektion. Förluster av protein konstateras vanligen som ökade kväveförluster i urin och träck (Hawkins, 1993). Sykes & Coop (1977) rapporterade att lamm svårt infekterade med *Teladorsagia circumcincta* fick en reducerad proteinsyntes samt försämrad skelett- och muskelutveckling. Vid infektion av bland annat *O.ostertagi* kapslar larverna in sig i löpmagens slemhinna för vidare utveckling. När färdigutvecklade maskar tar sig ur kapseln utlöses en hyperplastisk reaktion. Det innebär att cellantalet ökar i en sådan mängd att cellerna kan växa samman och medföra att parietalcellernas saltsyraproduktion minskar vilket leder till ett högre pH-värdet (Sykes & Coop, 1976; Constable *et al.*, 2017). För att pepsinogen ska kunna aktiveras till pepsin krävs ett lågt pH i löpmagen (Sjaastad, 2016). Utan aktiveringen av pepsin försämras proteinnedbrytningen i löpmagen. En dominoeffekt utbryter när bristen på peptider uppstår eftersom de kan stimulera sekretion av saltsyra. Ett normalt pH-värde i löpmagen är omkring 2 och i Sykes & Coop (1976) observerades förhöjda pH-värden mellan 3,1–5,9. Ett högre pH-värde hindrar även avdödningen av bakterier och mikrober och därmed blir deras aminosyror inte tillgängliga i löpmagen eller tarmen (Sjaastad, 2016). Vid höga pH-värden svarar kroppen med att öka mängden gastrin, ett gastrointestinalt hormon som stimulerar parietalcellerna att utsöndra saltsyra som är nödvändigt för att pro-enzymet pepsinogen ska omvandlas till pepsin.

När pepsinogen inte kan spjälkas till pepsin samtidigt som magslemhinnan skadas ackumuleras höga pepsinogenkoncentrationer i blodet (Holmes, 1987; Houdijk *et al.*, 2000). När hyperplastiska reaktioner uppstår kan det även leda till vävnadsskador som medför en ökad permeabilitet i epitelet med proteinförlust till lumen som följd (Constable *et al.*, 2017). Vid kraftiga infektioner kan vävnadsödem uppstå med viktminskning som följd (Constable *et al.*, 2017). Flera studier har visat resultat där energiutnyttjandet har reducerats med upp till 50 % hos djur som infekterats av mag-tarmparasiter (Steel, 1974; Sykes & Coop, 1976; 1977). Sykes & Coop (1976) menade på att den reducerade utnyttjandegraden troligen berodde på obalans mellan de hormon som styr ämnesomsättningen.

Diarré är ofta förekommande hos idisslare som är infekterade med mag-tarmnematoder och den sammanfaller ofta med tidigare nämnda symtom som förlorad aptit och negativ kvävebalans (Holmes & Maclean, 1971; Parkins *et al.*, 1973). Trots diarré har studier rapporterat att idisslare med parasitinfektioner förlorade en mindre mängd vatten via träck och urin än friska djur i kontrollgruppen (Entrocasso *et al.*, 1986; Abbott *et al.*, 1986^a). Om en högre andel vatten kvarhålls i djuret är det inte möjligt att förlita sig på förändring av levandevikten för att uppskatta produktionsförlusterna i tillväxten (Holmes, 1987). Att väga djuren på gården ger annars ett snabbt resultat för producenten om eventuella viktförluster.

Obalans av kvävet är vanligt förekommande vid nematodinfektioner, främst är det kroppens kvävehållande egenskaper som försämras (Rowe *et al.*, 1988). En negativ kvävebalans uppstår

när kroppen förlorar mer kväve än vad som tas upp (Sjaastad, 2016) och kan vara förknippad med försämrad tillväxt (Holmes, 1987). Ett ökat kväveflöde har kopplats till plasmaproteinläckage och en ökad omsättning av epitelceller (Sykes & Coop, 1976). Detta leder till en ökad proteinsyntes och ett ökat energibehov i mag-tarmkanalen (Rowe *et al.*, 1988; Sykes, 2000). Sykes (2000) menar att djur med mag-tarmparasiter har ett ökat näringsbehov eftersom andelen omsättbarenergi reduceras till följd av ett minskat foderintag och omprioritering av den tillgänglig energin.

År 2012 kasserades drygt 10 % av köttbiprodukterna från nötkreatur på grund av sjukdomsregistreringar, levern var den produkt som kasserades i störst utsträckning på grund av parasitangrepp (Jordbruksverket, 2014). Mellan 2005 och 2011 fördubblades kassationer av lever på grund av skador som orsakats av, *F.hepatica*. Enligt Novobilsky (2012) kan ökningen vara en följd av varmare klimat och ökad användning av sankabeten som gynnar parasiterna. Loyacano *et al.* (2002) visade att kvigor som inte behandlats mot *F.hepatica* fick sämre Body Condition Score (BCS) och en lägre levandevikt än behandlade kvigor i kontrollgruppen. Levern har flera funktioner bland annat lagra glykogen, ta upp och omfördela näring till och från blodet samt oxidering och omvandling av fria fettsyror (Bauchart *et al.*, 1996; Sjaastad, 2016). När larverna av *F.hepatica* migrerar genom levern kan det leda till att levercellerna (hepatocyterna) dör (fascioliasis). Levern förlorar troligen då till viss del dess kapacitet att lagra glykogen (Phiri *et al.*, 2007).

Tabell 1. Sammanställning av resultat från studier med avseende parasitinfektioners påverkan av produktivitet och slaktkropp. (x) innebär bekräftad effekt, (-) innebär att ingen effekt påvisats eller att effekten ej undersökts.

Studie	Parasit	Djurslag	Försämrad aptit	Försämrad tillväxt	Viktminskning	Störd ämnesomsättning	Effekt på formklass	Effekt på köttkvalitet
Aresenos <i>et al.</i> , 2007	<i>Teladorsagia spp.</i> , <i>Haemonchus contortus</i> , <i>Trichostrongylus</i> , <i>Cooperia</i> , <i>Chabertia/Bunostomum</i> / <i>Oesophagostomum</i>	Får	-	x	-	-	x	x
Abbott <i>et al.</i> , 1986	<i>Haemonchus contortus</i>	Får	x	x	x	x	-	-
Forbes <i>et al.</i> , 2000	<i>Dictyocaulus viviparus</i> , <i>Cooperia oncophora</i> , <i>Ostertagia ostertag</i>	Nötkreatur	x	x	-	-	-	-
Entrocasso <i>et al.</i> 1986	<i>Ostertagia spp.</i> <i>Cooperia spp.</i>	Nötkreatur	x	x	x	x	x	x
Sykes & Coop 1977	<i>Ostertagia circumcincta</i>	Får	x	x	x	x	x	-

Tillväxt

Ett reducerat foderintag tillsammans med en försämrad spjälkning begränsar den tillgängliga energin som krävs för till exempel muskel- och fettansättning. Stutar infekterade med *O.ostertagi* uppvisade en lägre levandevikt och slaktvikt, sämre utveckling av skelettet och en tunnare fettkappa vid slakt (Entrocasso *et al.*, 1986; Holmes, 1987). Sykes & Coop (1977) konstaterade att får infekterade med *T.circumcinta* hade en reducerad foderkonsumtion med 20 %. Samt att de infekterade djurens tillväxt och slaktkropp motsvarade endast 80 % jämfört med djuren i kontrollgruppen. De oinfekterade djuren i samma försök utfodras med samma mängd foder som de infekterade djuren konsumerat. Resultatet blev att de ändå ökade mer i vikt jämfört med de infekterade. Detta tyder på att aptitlösheten inte är den enda faktorn som medför viktnedgång hos får (Gibson, 1963). Sykes & Coop (1976; 1977) visade att mag-tarmnematoder kan minska tillväxten med 50 % hos infekterade djur trots förtäring av samma mängd foder som friska djur. Detta beror på att proteinsyntesen omprioriteras, bort från muskler till en ökad syntes i lever och mag-tarmkanalen (MacRae, 1993).

Även Aresenos *et al.* (2007) visade att köttkvaliteten hos lamm kan påverkas av mag-tarmnematoder. Samtliga lamm avmaskades med albendazol innan de släpptes på bete kontaminerat med en blandning av *Teladorsagia* (magmask), *Haemonchus* (magmask), *Trichostrongylus* (tarmmask), *Cooperia* (tarmmask) och *Oesophagostomum* (knutmåsk). Grupp A agerade kontrollgrupp, grupp B behandlades med Albendazol en gång var tredje vecka, lamm i grupp C erbjöds stödutfodring i form av 20g korn och 80g sojaprotein per djur/dag (13.3 MJ OE/kg ts). Efter 126 dagar på bete slaktades djuren, varpå fyra slumpmässigt utvalda slaktkroppar från respektive grupp analyserades. Resultatet (Tabell 2) visade en signifikant skillnad i levandevikten, daglig tillväxt, form- och fettklass, BCS och i det slutliga pH-värdet. Grupp B och C hade en signifikant högre tillväxt per dag än grupp A. Detta återspeglade sig dock inte i slaktvikt där inga signifikanta skillnader påvisades.

Tabell 2. Sammanställning av försöksperioden och resultat från Aresenos *et al.* (2007). Uppmätta värden av levandevikt, daglig tillväxt, slaktvikt, BCS samt slutligt pH-värde. Medel av EUROP bedömning för respektive grupp. Bokstäver anger formklass, siffror anger fettklass. Grupp A – kontrollgrupp. Grupp B – avmaskades var tredje vecka. Grupp C – stödutfodrades med 20g korn och 80g sojaprotein per djur/dag

	Levandevikt	Daglig tillväxt	Slaktvikt (kg)	BCS	pH	Medel formklass & fettgrupp
A	35,6 kg	132 g	16,6	2,70	5.53	O, 2
B	37,5 kg	144 g	17,2	2,77	5.60	R-, 2+
C	39,3 kg	158 g	18,0	2,91	5.54	R, 2+
Signifikans	$P < 0.01$	$P < 0.01$	NS	$P < 0,001$	$P < 0.01$	$P < 0,05$

Skillnader i slaktvikt och formklass till följd av främst *O.ostertagi* och *C.oncophora* hos växande nötkreatur redovisas av Entrocasso *et al.*(1986). Efter två betessäsonger och en slutuppfödning på stall slaktades stutarna. Av nio infekterade stutar som inte avmaskats ansågs endast två av slaktkropparna värda att bedömas enligt EUROP, båda i formklass O och fettgrupp 3. Av de bolus behandlade stutarna kunde sju av nio slaktkroppar bedömas, då de andra inte ansågs nå minimikraven för formklass P eller fettgrupp 1 enligt EUROP. Fem slaktkroppar graderades i fettgrupp 4, varav tre stycken graderades till formklass R. Bland djuren som blivit avmaskade varannan vecka graderades fem av sex djur som formklass R och fettgrupp 4. Det sjätte djuret nådde inte minimikravet.

Utöver en nedsatt aptit och försämrade smältbarhet av fodret medför parasiter att näring omprioriteras till att mobilisera immunförsvaret och reparera vävnadsskador istället för tillväxt (Hoste *et al.*, 1997 se Hoste *et al.*, 2005; Coop & Holmes, 1996). Enligt Hoste *et al.* (2005) medför en förbättrad fodertstat att mer energi går till immunförsvaret men även att mer energi nyttjas till underhåll och uppbyggnad av vävnader eller upprätthållandet av homeostas hos värdjuren trots parasitbördan. Abbott *et al.*, (1986^b) visade att lamm utfodrade med en proteinfattig foderstat hade en sämre motståndskraft mot infektion orsakad av *H.contortus* än de djur som utfodrats med proteinrik foderstat. Brown *et al.* (1991) visade på liknande sammanhang genom en infusion av glukos eller kasein, där kasein gav en större effekt på motståndskraften. I Abbott *et al.*, 1986^b) avled fler djur som fått en proteinfattig foderstat samt uppvisade allvarligare fall av anorexi, viktninskning och ödem jämfört med djur utfodrade med en proteinrik foderstat.

Som tidigare nämnt avtar både muskel- och fettansättningen vid könsmognad. Cianzio *et al.*, (1985) påvisade dock att det intramuskulära fettet fortsätter öka även efter könsmognaden hos stutar. En positiv korrelation mellan putsfett (slaktkroppens fettansättning) och intramuskulärt fett har konstaterats hos såväl SRB-tjurar (Andersson *et al.*, 1991 se Rydberg, 2014) som lamm (Anderson *et al.*, 2015). Korrelationen varierade med muskelgrupp i båda studierna. Den positiva korrelationen skulle innebära att om putsfettet minskar kommer även det intramuskulära fettet minska i dessa muskler. Om mängden intramuskulärt fett understiger 3 % minskar smakligheten avsevärt, fettprocent omkring 3–7 % anses optimalt men varierar med målgruppen (Savell & Cross, 1988). Enligt Arsenos *et al.*, (2009) försämrades formklassen beroende på parasitinfektionens omfattning, samt en större andel av slaktkropparna från obehandlade djur fick sämre fettklassning. Holmes (1987) uppger att utöver försämrade tillväxt och viktninskning är en lägre fettansättning vanligt förekommande hos parasiterade idisslare. Resultatet från Sykes & Coop (1976) visade att djur som infekterats dagligen med *T.circumcincta* uppmätte endast 67 % av kontrollgruppens kroppsfett trots att båda grupperna erbjudits utfodring *ad libitum*.

Diskussion

En grundläggande förutsättning för en välutvecklad slaktkropp är att djuren fått en fullgod foderstat som möter energibehovet. Detta möjliggör att tillväxtpotentialen kan utnyttjas till fullo. Eftersom vanliga symtom av inälvsmaskar är försämrad aptit och nedsatt tillväxt påverkar infektionen djurens utveckling och hindrar deras tillväxtpotential. Få studier har dock närmare undersökt parasitinfektioners effekt på köttkvaliteten. Liknande sjukdomsförlopp har påvisats i de studier med en konstaterad effekt på köttkvaliteten som de studier som enbart undersökt djurens respons vid infektion. Därav skulle det vara möjligt att parasitinfektionerna har medfört förändringar i köttkvaliteten i fler studier trots att dessa inte har registrerats.

Flera studier har påvisat att stödutfodring med en proteinrik foderstat kan hjälpa till att upprätthålla tillväxten och dämpa parasiternas påverkan. Abbott *et al.*, (1986^b) visade att graden av de kliniska symtomen hängde samman med parasitbördan och mängden protein i foderstaten. Stödutfodring med proteinrikt foder verkar därmed förbättra värdjurens motståndskraft mot parasiten. Brown *et al.* (1991) såg att mängden protein i fodret hade större effekt på motståndskraften jämfört med en ökning av energi i form av glukos. I studien av Aresenos *et al.* (2007) demonstrerades hur antalet parasitägg i träcken (FEC) ökade efter att avmaskningen för grupp B upphörde. Detta visar att lammen är inkapabla att utveckla steril immunitet mot parasiter. Trots ökningen av FEC gav avmaskningen i slutändan en positiv effekt på tillväxten, fetthalten och formklassen jämfört med kontrollgruppen. Detta skulle kunna bero på att lammen hade en högre daglig tillväxt samt att tidsperioden mellan den avbrutna avmaskningen och slakt var begränsad till 42 dagar. Djuren som stödutfodrades uppvisade störst mängd intramuskulärt fett samt total fettmängd (Aresenos *et al.*, 2007). Trots att djuren i studien avmaskades i samband med betessläpp kan fördelar ses med stödutfodringen eftersom kontrollgruppen utan extra tillskott hade en sämre tillväxt och lägre fettprocent. På grund av den positiva korrelationen mellan putsfett och intramuskulärt fett kan stödutfodring av djur med parasitinfektioner därmed länkas till en positiv köttkvalitet. Detta eftersom intramuskulärt fett är en viktig faktor för smak och ätkvalitet.

Fördelningen och utvecklingen av muskler och fett avgör vilken klassificering slaktkroppen uppnår och därmed vilken utbetalning producenten erhåller. Flera studier har visat på förhöjda nivåer av pepsinogen i blodet vid parasitinfektioner (Holmes, 1987; Houdijk *et al.*, 2000), vilket tyder på en ökad permeabilitet i löpmagen och en reduktion i tillgängligt pepsin för spjälkning av peptider. När en reduktion av den tillgängliga energin uppstår begränsas muskel- och fettansättningen. Sykes & Coop (1977) påvisade en sämre viktökning hos de infekterade fåren varpå både muskel- och fettansättningen påverkades negativt. Skillnader i daglig tillväxt, levandevikt, slaktvikt, BCS och fromklass påvisades i både Entrocasso *et al.* (1986) och Aresenos *et al.* (2007). Att tillväxten reduceras kan även förklaras av omprioriteringen av energin som uppstår vid parasitinfektioner.

Parasiterade djur uppvisade signifikanta ($P < 0,01$) skillnader i pH-värdet efter slakt (*post mortem*) men de ansågs fortfarande vara inom ramen för optimal köttkvalitet (Aresenos *et al.*, 2007). Att pH-värdet inte påverkades i en större utsträckning skulle kunna förklaras med att samtliga grupper lyckades upprätthålla en god tillväxt och inte hade behov av att nyttja några betydande energireserver. Aresenos *et al.*, (2007) rapporterade även skillnader i köttfärg där de

djuren som endast avmaskades före betessläpp uppvisade en betydligt ljusare färg. Ett ljusare kött associeras vanligen med ett lägre pH-värde och sämre köttkvalitet. Förändring i köttfärg är en effekt som skulle kunna påverka köttets marknadsvärde. Studier kring konsumentundersökningar hade varit av intresse att inkludera i arbetet för att få en bild över acceptansen av kött med avvikande utseende. Enligt en studie av Glitsch (2000) var köttfärg och ursprung de parametrar som prioriterades högst av svenska konsumenters vid inköp av fläsk- och nötkött.

Korrekt utförd avmaskning, betesrutiner och utfodring kan vara avgörande för parasitförloppet och infektionens påverkan på värdjuret. Inte minst inom ekologisk djurproduktion är dessa av intresse eftersom behandling i förebyggande syfte inte är tillåten utan först när en infektion påvisats (Jordbruksverket, 2018). Avmaskningsmedel innebär även en risk för att parasiten ska utveckla resistens mot läkemedlet (FASS, 2017). Ett förebyggande arbete mot parasiter bör därför vidtagas i större utsträckning även inom konventionell produktion. Majoriteten av de inkluderade studierna har undersökt hur olika behandlingar står sig i förhållande till obehandlade kontrollgrupper. För att försäkra att en specifik mängd parasiter angriper värdjuret ges vanligen en oral dos som kan variera från 300–1000000 infektionsdugliga larver beroende på djurslaget, dess ålder och typ av parasit. Sannolikheten att en parasitbörda på en miljon larver skulle kunna infektera djuren naturligt går att diskutera och i fall effekten de framkallar är relevant och speglar verkliga scenarion. Dock behövs fler studier kring var gränsvärdet går, det vill säga hur stor parasitbördan är när den ger en viss effekt på exempelvis muskel- och fettansättning samt köttkvaliteten i helhet hade varit av intresse.

Läkemedel och foder är dyra produkter som ger en tydligt positiv effekt men beroende på produktion och land kan dessa vara bristande eller innebära en stor ekonomisk utgift. Skulle framtida studier konstatera en direkt effekt på köttkvaliteten hos djur med parasitinfektioner är det möjligt att producenterna motiveras i större utsträckning att agera i tid och följa upp behandlingar och åtgärder för att undvika infektionens negativa följder. Samt med hjälp av träckprov urskilja de djur som bär på flest parasiter och ge dem mer foder för att ytterligare dämpa följder som avmagring, försämrad aptit och tillväxt. Då ökar chansen att djuren kan skickas till slakt vid beräknad slaktmognad med bra BCS och resulterar i en välutvecklad slaktkropp med goda förutsättningar för en önskvärd köttkvalitet.

Slutsats

Det finns endast ett fåtal studier som närmare undersöker hur köttkvaliteten av nöt- och fårkött påverkas av parasitinfektioner. Däremot kan tidigare studier som till exempel undersökt hur tillväxten påverkas hos djur med parasitinfektioner indikera att köttkvaliteten skulle kunna påverkas. Efter arbetets gång står det klart att parasiter kan påverka tillväxt och formklass hos både nötkreatur och får. Trots att tillväxten kan påverka köttkvaliteten är det inte den faktor som har störst inverkan på köttets slutresultat. Aresenos *et al.* (2007) var ensam om att påvisa en direkt effekt en signifikant skillnad i köttfärg. Entrocasso *et al.* (1986) påvisade direkta effekter på pH-värdet men då det fortfarande låg inom ramen för ett optimalt pH-värde var det inte troligt att det påverkade köttkvaliteten. Det krävs vidare forskning för att påvisa om, när och hur köttkvaliteten påverkas av parasitinfektioner.

Referenser

- Abbott, E.M., Parkins, J.J., and Holmes, P.H. (1986)^a. The Effect of Dietary Protein on the Pathogenesis of Acute Ovine Haemonchosis. *Veterinary Parasitology* 20 (4). Ss. 291–306. Tillgänglig: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0304401786901275>
- Abbott, E.M., Parkins, J.J., and Holmes, P.H. (1986)^b. The Effect of Dietary Protein on the Pathogenesis of Acute Ovine Haemonchosis. *Veterinary Parasitology* 20 (4). Ss. 275–289. Tillgänglig: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0304401786901263>
- Arsenos, G., Fortomaris, P., Papadopulos, E., Kufudus, D., Stamataris, C. & Zygyiannis, D. (2007). Meat quality of lambs of indigenous dairy Greek breeds as influenced by dietary protein and gastrointestinal nematode challenge. *Meat Science*, 76, ss 779-786. Tillgänglig: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0309174007000770>
- Beck-Friis, J., Bruce, Å., Cederholm, T., Danielsson Tham, M-L. & Lundström, K. (2013). Matens kvaliteter. *kungl. skogs- och lantbruksakademiens tidskrift*. Vol. 4, ss 9–24. Tillgänglig: <https://www.ksla.se/wp-content/uploads/2013/05/KSLAT-4-2013-Matens-kvaliteter.pdf>
- Bendall, J.R. & Wismer-Pedersen, J. (1962). Some Properties of the Fibrillar Proteins of Normal and Watery Pork Muscle. *Journal of Food Science* 27 (2), ss, 144–159. Tillgänglig: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1111/j.1365-2621.1962.tb00074.x>
- Brown, M.D., Poppi, D.P. & Sykes, A.R. (1991). The effect of post-ruminal infusion of protein or energy in the pathophysiology of *Trichostrongylus colubriformis* infection and body composition in lambs. *Australian Journal of Agricultural Research*. Vol. 42 (3). Ss.253-267. DOI: <https://doi.org/10.1071/AR9910253>
- Cianzio, D.S., Topel, D.G., Whitehurst, G.B., Beitz, D. & Self, H. L. (1985). Adipose tissue growth and cellularity: changes in bovine adipocyte size and number. *Journal of Animal Science*. Vol. 60. Ss. 970-976. Tillgänglig: https://www.researchgate.net/publication/19172600_Adipose_Tissue_Growth_and_Cellularity_Changes_in_Bovine_Adipocyte_Size_and_Number
- Constable, P., Hinchcliff, K., Done, S. & Grünberg, W. (2017). Diseases of the Alimentary Tract-Ruminant. I: *Veterinary Medicine*, 11th edition. St. Louis, Missouri. Elsevier. Ss. 603-617. Tillgänglig: <https://www.sciencedirect.com/book/9780702052460/veterinary-medicine#book-info>
- Corwin, R.M. (1997). Economics of gastrointestinal parasitism of cattle. *Veterinary Parasitology*. Vol. 72 (3–4). Ss. 451–460. Tillgänglig: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304401797001106>
- Coop, R.L. & Holmes, P.H. (1996). Nutrition and parasite interaction. *International journal for parasitology*. Vol.26 (8-9). Ss. 951-962. Tillgänglig: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8923142>
- Dimander S.O (2003). *Epidemiology and Control of Gastrointestinal Nematodes in First Season Grazing Cattle in Sweden*. Diss. Uppsala: Sveriges lantbruksuniversitet. Tillgänglig: <https://pub.epsilon.slu.se/525/1/Veterinaria147-04.pdf>
- Entrocasso, C.M., Parkins, J.J., Armour, J., Bairden, K. and McWilliam, P.N., (1986). Production, parasitological and carcass evaluation studies in steers exposed to trichostrongyle infection and treated with a morantel bolus or fenbendazole in consecutive grazing seasons. *Research in Veterinary Science*, vol. 40 (1), ss. 76-85. Tillgänglig: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0034528818304892>

- FASS (2017). *Avmaskning*. Tillgänglig:
https://www.fass.se/LIF/menydokument;jsessionid=I_ZP_wOd5lCixG8UZR0No07Qr0sRyCqdxq0iCPRUdvuIltzV9Lv_O!-155691326?menyrubrikId=2190&userType=1 [2019-05-27]
- Forbes, A. B., Huckle, C. A., Gibb, M. J., Rook, A. J. & Nuthall, R. 2000. Evaluation of the effects of nematode parasitism on grazing behaviour, herbage intake and growth in young grazing cattle. *Veterinary Parasitology* 90, ss.111–118. Tillgänglig:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304401700002181>
- Fox, M. T. (1993). Pathophysiology of infection with *Ostertagia ostertagi* in cattle. *Veterinary Parasitology* 46, ss. 143–158. Tillgänglig:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S030440179390055R>
- Fox, M.T., Gerrelli, D., Shivalkar, S., & Jacobs, D.E. (1989) Effect of omeprazole treatment on feed intake and blood gastrin and pepsinogen levels in the calf. *Research in Veterinary Science*, 46. Ss.280-282. Tillgänglig: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0034528818311603>
- Gibson, T.E. (1963). The effect of changes in nutrition on the host-parasite relationship. The influence of nutrition on the relationship between gastro-intestinal parasites and their hosts. *Proceedings of the nutrition society*. Vol 22 (1). Ss.15-20. Tillgänglig: https://www.cambridge.org/core/services/aop-cambridge-core/content/view/A673015E7287DD67171EC581EE32222B/S0029665163000082a.pdf/influence_of_nutrition_on_the_relationships_between_gastrointestinal_parasites_and_their_hosts.pdf
- Glitsch, K. 2000. Consumer perception of fresh meat quality: Cross-national comparison. *British Food Journal*. Vol. 102 (3), 177–194. Tillgänglig:
<https://www.emeraldinsight.com/doi/full/10.1108/00070700010332278>
- Hawkins, J.A. (1993). Economic benefits of parasite control in cattle. *Veterinary Parasitology*. Vol. 46 (1–4). Ss. 159–173. Tillgänglig:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S030440179390056S>
- Holmes, P.H. (1987). Pathophysiology of Nematode Infections. *International Journal for Parasitology* 17 (2). ss. 443–451. Tillgänglig:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0020751987901202>
- Holmes, P.H. & MacLean, L.M. (1971). The Pathophysiology of Ovine Ostertagiasis: a Study of the Changes in Plasma Protein Metabolism Following Single Infections. *Research in Veterinary Science*. Vol. 12 (3). Ss. 265–271. Tillgänglig:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0034528818341894>
- Hood, R.L & Allen, C.E (1973). Cellularity of bovine adipose tissue. *Journal of lipid research*. Vol 14. Ss. 605-610. Tillgänglig: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/4742557>
- Hopkins, D.L, Ponnampalam, E., Van de Ven, R.J. & Warner, R.D. (2014). The effect of pH decline rate on the meat and eating quality of beef carcasses. *Animal Production Science*. Vol. 54 (4). Ss. 407-413. Tillgänglig:
https://www.researchgate.net/publication/260804728_The_effect_of_pH_decline_rate_on_the_meat_and_eating_quality_of_beef_carcasses
- Hoste, H., Torres-Acosta, J.F., Paolini, V., Aguilar-Caballero, A., Etter, E., Lefrileux, Y. Chartier, C. & Broqua, C. (2005). Interactions between nutrition and gastrointestinal infections with parasitic nematodes in goats. *Small ruminant research*. vol 60. Ss. 141-151. Tillgänglig:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921448805002257>
- Houdijk, J.G.M., Kyriazakis, I., Jackson, F., Huntley, J.F. & Coop, R.L. (2000). Can an increased intake of metabolizable protein affect the periparturient relaxation in immunity against

- Teladorsagia circumcincta in sheep? *Veterinary Parasitology*. Vol 91, ss. 43–62. Tillgänglig: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304401700002557>
- Höglund, J., Svensson, C. & Hessle, A. (2001). A field survey on the status of internal parasites in calves on organic dairy farms in southwestern Sweden. *Veterinary Parasitology*. Vol. 99. Ss. 113–128
- Jamieson, A. (2010). *Nötkött*. Järfälla: Natur & Kultur. Ss. 65–69, 187–199
- Jordbruksverket (1998). *Klassificering av slaktkroppar*. [Broschyr]. Jönköping. Jordbruksverket. Tillgänglig: https://www2.jordbruksverket.se/webdav/files/SJV/trycksaker/Pdf_ovrigt/ovr21.pdf. [2019-05-23].
- Jordbruksverket (2014). *Förluster av svenskt nötkött inom primärproduktion och slakt*. Tillgänglig: https://www.livsmedelsverket.se/globalassets/publikationsdatabas/rapporter/2014/forlust_av_svensket_notkott.pdf [2019-04-20]
- Jordbruksverket (2018). *Ekologiska nötkreatur*. Tillgänglig: <http://www.jordbruksverket.se/amnesomraden/miljoklimat/ekologiskproduktion/djurhallning/notkreatur.4.1cb85c4511eca55276c8000793.html> [2019-05-27]
- Jordbruksverket (2019). *Klassning av slaktkroppar*. Tillgänglig: <http://www.jordbruksverket.se/amnesomraden/handelmarknad/kottmjolkochagg/kottklassning.4.35974d0d12179bec285800013.html> [2019-05-01]
- Lawrie, R. A. (2006)^{a, d} *Lawrie's meat science*, Seventh English edition. Abington, Woodhead Publishing Limited. Ss. 126-131
- Lawrie, R.A. (2006)^{b, c} The structure and growth of muscle. *Lawrie's meat science*. Seventh English edition. Abington, Woodhead Publishing Limited ss. b: 45, c: 60-64
- Lawrie, R.A. (2006)^e *Lawrie's meat science*, Seventh English edition. Abington, Woodhead Publishing Limited. Ss. 175
- Loyacano, A.F., Williams, J.C., Gurie, J. & DeRosa, A.A. (2002). Effect of gastrointestinal nematode and liver fluke infections on weight gain and reproductive performance of beef heifers. *Veterinary Parasitology*. Vol. 107. Ss. 227–234. Tillgänglig: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2314853513000231#bib9>
- MacRae, J.C (1993). Metabolic consequences of intestinal parasitism. *Proceedings of the Nutrition Society*. Vol. 52. Ss. 121-130. Tillgänglig: https://www.researchgate.net/publication/14706573_Metabolic_consequences_of_intestinal_parasitism
- Nansen, P. (1993). Current and future prospects for control of ostertagiasis in Northern Europe — examples from Denmark. *Veterinary Parasitology*, 46 (1–4) ss. 3–21. Tillgänglig: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/030440179390044N>
- Novobilsky, A., Christensson, D. & König, U. (2012), *Stora leverflundran i fokus runt mötesbordet*. Svensk Veterinärtidning nr 14:2012. Tillgänglig: https://www.sva.se/globalassets/redesign2011/pdf/djurhalsa/notkreatur/st_leverfl_svt14_2012.pdf
- Offer, G., (1991). Modelling of the formation of pale, soft and exudative meat: Effects of chilling regime and rate and extent of glycolysis. *Meat Science* 30 (2), ss, 157–184. Tillgänglig: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/030917409190005B>
- Paredi, G., Raboni, s., Bendixen, e., M. de Almedia, A. & Mozzarelli, A. (2012). "Muscle to meat" molecular events and technological transformations: The proteomics insight. *Journal of*

- Proteomics*. Vol 75 (14). Ss. 4275-4289. Tillgänglig:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1874391912002175>
- Parkins, J.J., Holmes, P.H. & Bremner, K.C. (1973). The Pathophysiology of Ovine Ostertagiasis: Some Nitrogen Balance and Digestibility Studies. *Research in Veterinary Science*. Vol. 14 (1). Ss. 21–28. Tillgänglig: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S003452881833933X>
- Phiri, I.K., Phiri, A.M. & Harrison, L.J.S. (2007). The serum glucose and β -hydroxybutyrate levels in sheep with experimental *Fasciola hepatica* and *Fasciola gigantica* infection. *Veterinary Parasitology*. Vol. 143 (3–4). Ss. 287–293. Tillgänglig:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304401706005152>
- Robelin, J. (1986). Growth of adipose tissues in cattle; partitioning between depots, chemical composition and cellularity. A review. *Livestock Production Science*. Vol. 14 (4). Ss. 349-364. Tillgänglig: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/030162268690014X>
- Rowe, J.B., Nolan, J.V., De Chaneet, G., Teleni, E. Holmes, P.H. (1988). The effect of haemonchosis and blood loss into the abomasum on digestion in sheep. *British Journal of Nutrition*. Vol 58. Ss 125–139. DOI: [10.1079/BJN19880016](https://doi.org/10.1079/BJN19880016)
- Rydberg, L. (2014). *Möjlighet att uppnå efterfrågad marmoreringsgrad hos nötkreatur vid slakt – enligt svenska produktionsförhållanden*. Sveriges lantbruksuniversitet. Agronomprogrammet – Husdjur. (Examensarbete 2014:507). Tillgänglig:
https://stud.epsilon.slu.se/7502/7/ryberg_1_141127.pdf
- Savell, J.W. & Cross, H.R. (1988). The role of fat in the palatability of beef, pork, and lamb. I *Designing Foods: Animal Product Options in the Marketplace*, Washington, D.C. National Academy Press. Tillgänglig: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK218173/>
- Svensson, C., Hesse, A., and Höglund, J. (2000). Parasite Control Methods in Organic and Conventional Dairy Herds in Sweden. *Livestock Production Science*, vol. 66 (1). Ss. 57–69. Tillgänglig: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S030162260000155X>
- Suleyman, K. & Denizhan, V. (2010). Glucose, Lipid and Lipoprotein Levels in sheep naturally infected with *Fasciola hepatica*. *Journal of Parasitology*. Vol. 96 (3). Tillgänglig:
<https://bioone.org/journals/journal-of-parasitology/volume-96/issue-3/GE-2104.1/Glucose-Lipid-and-Lipoprotein-Levels-in-Sheep-Naturally-Infected-with/10.1645/GE-2104.1.full>
- Steel, J. W. (1974). Pathophysiology of gastrointestinal nematode infections in the ruminant. *Animal Society of Animal Production*. Vol. 10. Ss. 139–147. Tillgänglig:
<https://pdfs.semanticscholar.org/61cf/d39ac770048d0588d5f2ac6a461ed0b1ac5f.pdf>
- SVA (2019). *Parasitsjukdomar hos får*. <https://www.sva.se/djurhalsa/far/endemiska-sjukdomar-hos-far/parasitsjukdomar-far?lid=33878>. [2019-05-27]
- Sykes, A.R. & Coop, R.L. (1976). Intake and utilization of food by growing lambs with parasitic damage to the small intestine caused by daily dosing with *Trichostrongylus colubriformis* larvae. *The Journal of Agricultural Science*. Vol. 86 (3). ss. 507–515. Tillgänglig:
<https://www.cambridge.org/core/journals/journal-of-agricultural-science/article/intake-and-utilization-of-food-by-growing-lambs-with-parasitic-damage-to-the-small-intestine-caused-by-daily-dosing-with-trichostrongylus-colubriformis-larvae/9ADB42BE6D1F79BC67380E3BBB8DA9C5>
- Sykes, A.R. & Coop, R.L. (1977). Intake and utilization of food by growing sheep with abomasal damage caused by daily dosing with *Ostertagia circumcincta* larvae. *The Journal of Agricultural Science*. Vol. 88 (3). Ss. 671–677. <https://www.cambridge.org/core/journals/journal-of-agricultural-science/article/intake-and-utilization-of-food-by-growing-sheep-with-abomasal-damage-caused-by-daily-dosing-with-ostertagia-circumcincta-larvae/00000000000000000000000000000000>

[agricultural-science/article/div-classtitleintake-and-utilization-of-food-by-growing-sheep-with-abomasal-damage-caused-by-daily-dosing-with-span-classitalicostertagia-circumcinctaspan-larvaediv/26184D6C510BF5B3F829D199FC6CD0D4](#)

- Sykes, A.R. (2000). Environmental Effects on Animal Production: The Nutritional Demands of Nematode Parasite Exposure in Sheep. *Asian Australasian Journal of Animal Sciences*. Vol. 13. Ss. 343–350. Tillgänglig: https://www.researchgate.net/publication/268337927_Environmental_Effects_on_Animal_Production_The_Nutritional_Demands_of_Nematode_Parasite_Exposure_in_Sheep_McClymont_Lecture
- Sykes, A.R (1994) Parasitism and production in farm animals. *Animal Production*, vol. 59, ss. 155-172. Tillgänglig: <https://www.cambridge.org/core/journals/animal-science/article/parasitism-and-production-in-farm-animals/2E9939D4B43A840777C7777BA2F1BCC4>
- Taylor, L.M., Parkins, J.J., Armour, J., Holmes, P.H., Bairden, A.M., Ibarra-Silva, A.M., Salman, S.K & McWilliam (1989). Pathophysiological and parasitological studies on *Ostertagia ostertagi* infections in calves. *Research in Veterinary Science*, vol. 46. Ss, 218-225. Tillgänglig: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0034528818311482>
- Van Houtert, M.F.J., & Sykes, A.R. (1996). Implications of nutrition for the ability of ruminants to withstand gastrointestinal nematode infections. *International Journal for Parasitology*. Vol.26 (11). Ss. 1151–1167. Tillgänglig: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0020751996001208>
- Vercruyse, J. & Claerebout, E. (2001). Treatment vs non-treatment of helminth infections in cattle: defining the threshold. *Veterinary Parasitology* 98, ss. 195–214. Tillgänglig: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304401701004319>