



Sveriges lantbruksuniversitet
Swedish University of Agricultural Sciences

Fakulteten för veterinärmedicin och husdjursvetenskap
Institutionen för husdjurens utfodring och vård

Matavfall och biprodukter som alternativa proteinfodermedel till gris



Elin Sundström

Examensarbete för kandidatexamen, 15 hp

Agronomprogrammet – Husdjur

Institutionen för husdjurens utfodring och vård, 563

Uppsala 2016

Matavfall och biprodukter som alternativa proteinfodermedel till gris

The utilization of food waste and by-products as an alternative protein substitute for pigs

Elin Sundström

Handledare:	Emma Ivarsson, SLU, Institutionen för husdjurens utfodring och vård (HUV)
Examinator:	Jan Erik Lindberg, SLU, Institutionen för husdjurens utfodring och vård (HUV)
Omfattning:	15 hp
Kurstitel:	Kandidatarbete i husdjursvetenskap
Kurskod:	EX0553
Program:	Agronomprogrammet - Husdjur
Nivå:	Grund, G2E
Utgivningsort:	Uppsala
Utgivningsår:	2016
Serienamn, delnr:	Examensarbete / Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för husdjurens utfodring och vård, 563
Omslagsbild:	"Piggy" av fotografen Joshua Berry. Licens Creative Commons 1.0 Universal
Nyckelord:	Insekter, fiskensilage, zoonos, värmestabilt, hepatit-E, mul- och klövsjuka, TSE, svinpest
Key words:	Insects, fishsilage, zoonose, thermal stability, hepatitis E, foot-and-mouth disease, TSE, swine fever

Abstract

The aim of this literature study was to investigate the possibility of using food waste and by-products as protein feed for pigs, and why it is not done to a larger extent today. It is important to find new sustainable feed products that can be fed to farm animals for several reasons, in particular to reduce the environment impact. Since pigs are omnivorous and monogastric, they have the potential of converting food waste and by-products to high quality protein in form of muscle tissue, which in turn can be consumed by humans. Rules and prohibitions against the use of this sort of feed primary depends on former diseases outbreaks, caused by for instance different viruses such as Hepatitis-E virus (HEV). These viruses can be present in some of the by-products and there is a risk that they can be spread to both animals and humans. Many studies have shown that heat treatment of meat products inactivates these viruses, and with the improved knowledge we have today it would probably be possible to feed food waste and by-products to our animals in a safe way.

Sammanfattning

Syftet med denna litteraturstudie var att undersöka vilka möjligheter det finns för att kunna utnyttja matsvinn och biprodukter som proteinfoder till gris och varför det inte görs i större utsträckning idag. Det är av intresse att hitta nya hållbara fodermedel till våra produktionsdjur av flera anledningar, bland annat för att reducera miljöpåverkan. Eftersom grisar är omnivora och enkelmagade, har de möjlighet att utnyttja matsvinn och biprodukter och omvandla det till högvärdigt protein i form av muskelfävnad som sedan kan användas för humankonsumtion. Regler och förbud mot användning av animaliska biprodukter som finns idag beror främst på tidigare sjukdomsutbrott som orsakats av bland annat virus så som Hepatit-E virus (HEV). Dessa kan existera i vissa biprodukter och utgör därför en risk för både djur och människa. Många studier har visat att upphettning av köttprodukter inaktiverar dessa virus och med den ökade kunskap vi besitter idag är det förmodligen möjligt att utfodra matsvinn och biprodukter till våra djur på ett säkert sätt.

Introduktion

Matavfall uppgår till cirka 1 miljon ton varje år i Sverige (Strid *et al.*, 2014), där matavfall från hushåll står för 674 000 ton, livsmedelsindustrin 171 000 ton, restauranger 99 000 ton, livsmedelsbutiker 39 000 ton samt skol- och storkök 26 000 ton (Jensen *et al.*, 2011). Grisproduktionen är viktig i många länder eftersom det är en dominerande livsmedelskälla (FAO, 2009). Grisar är effektiva foderomvandlare av matavfall och biprodukter från lantbruk till ett högvärdigt protein i form av muskelvävnad (Costard *et al.*, 2009). Ett proteinfoder som ges idag till grisar är sojaböna (Jezierny *et al.*, 2010). Inkludering av matavfall i foderstaten har möjlighet att reducera arean som används för sojaodling med 268,000 hektar (Ermgassen *et al.*, 2016). Andra proteinfodermedel som rapskaka och rapsmjöl importeras från bland annat Tyskland och Danmark (Lundström *et al.*, 2008), men raps odlas även i Sverige (Heimer, 2010). På grund av import och ökad miljöbelastning är det därmed viktigt att hitta nya hållbara alternativ som proteinfoder (Heimer, 2010). Det är idag förbjudet att utfodra livsmedelsproducerande djur med animaliska biprodukter på grund av risken för spridning av sjukdomar mellan djur och människa, så kallade zoonoser (EG 183/2005). Många virus kan överleva länge i köttprodukter och medför därför även en risk för smittspridning vid import. Exempel på sådana sjukdomar är mul- och klövsjuka samt svinpest (Engvall, 2001). En möjlighet att motverka förekomst av virus är värmebehandling, dock kan för kraftig värmebehandling minska tillgängligheten av protein i köttet. Ett exempel är fiskmjöl, där smältbarhetskoefficienten kan gå från 0,93 i 80-95°C till 0,60 vid för höga temperaturer (McDonald *et al.*, 2011).

Syftet med denna litteraturstudie är att undersöka vilka möjligheter och risker det finns för att kunna utnyttja matavfall och biprodukter som proteinfoder till gris och varför det inte görs i större utsträckning idag. Fokus kommer ligga på de sjukdomar som förekommer eller riskerar att förekomma i Sverige och Europa.

Litteratursammanställning

Matsvinn i Sverige och Europa

Matsvinn avser det matavfall som slängs men som hade kunnat utnyttjas som livsmedel om det behandlats annorlunda (Jensen *et al.*, 2011). I Europa beräknas matsvinnet vara 280 kg per person och år, där de råvaror och livsmedel som går till fodertillverkning räknas som svinn eftersom det från början var avsett för humankonsumtion (Gustavsson *et al.*, 2011). Det finns regler för vilka biprodukter som är tillåtna att använda i fodertillverkning. Animaliska biprodukter klassificeras i tre kategorier beroende på den risk de utgör för djur och människor. Kategori 1 omfattar hela djurkroppar och specifikt riskmaterial (hjärna, ögon, benmärg etc.), kategori 2 omfattar djur med spår av veterinärmedicinska rester samt naturgödsel och kategori 3 omfattar slakteri- och butiksavfall. Högriskavfall (kategori 1) bör aldrig utfodras till djur, medan de avfall som utgör

låg risk bör ingå i fodermedel under säkra förhållanden. Produktionsdjur får endast utfodras med en del avfall från kategori 3, med förutsättningen att det ej riskerar att utgöra en risk för djur och människor och ska dessutom ha genomgått behandling. Dessa avfall är mjölk, mjölkbaserade produkter, mjölkderivat, ägg, äggprodukter, honung, utsmält fett, kollagen och gelatin (EG 1069/2009). År 2013 återlegaliserades användning av processat animaliskt protein som ej härstammar från idisslare i fiskodling, och det pågår nu diskussion kring att återlegalisera detta även för grisar och fjäderfä (EC, 2013).

Dagens fodermedel

Idag används 8,5 miljoner hektar jordbruksmark för produktion av foder till grisar i världen (Ermgassen *et al.*, 2016). Ofta utfodras grisar med bland annat sojamjöl, rapsmjöl, drank, åkerböror och/eller syntetiska aminosyror för att tillgodose deras proteinbehov (McDonald *et al.*, 2011). Exempel på biprodukter vilka används som proteinfodermedel idag är drank från etanoltillverkning och mjöl från rapsoljetillverkning (Lundström *et al.*, 2008). Sojamjöl innehåller upp till 50 % protein och är en proteinkälla som används inom grisuppfödning i bland annat Sverige och Europa (Heimer, 2010; McDonald *et al.*, 2011).

Outnyttjade resurser

Utfodring av livsmedelsproducerande djur med biomassa som människan inte kan äta utgör en möjlighet att använda resurser som inte kan utnyttjas som livsmedel till att uppfylla kraven på djurens näringsrekommendationer. I en studie av Röös *et al.* (2016) skapades scenarier där olika djurslag utfodrades med biprodukter från växtodling (bland annat bageriavfall). Studien visade att endast cirka 35 % av grisens foderstat kunde bestå av dessa biprodukter på grund av dess höga fiberinnehåll och grisens begränsade förmåga att utnyttja fiber. Därför krävdes komplettering med spannmål och baljväxter för att tillfredsställa grisens näringsbehov (Röös *et al.*, 2016). En annan biprodukt som skulle kunna användas i högre omfattning är matavfall. I en studie som utförts i Japan och Sydkorea av Ermgassen *et al.* (2016) utfodrades produktionsdjur med matavfall som bestod av både vegetabilier och animalier, där 35,9 % respektive 42,5 % av matavfallet användes. Matavfallet genomgick värmebehandling och ansågs därefter vara ett säkert och näringsrikt fodermedel. Användning av denna mängd matavfall som grisfoder medför ett lägre behov av mark för grisproduktion med 1,8 miljoner hektar (från 8,5-6,7 hektar). Matavfall har dessutom potential att ersätta 8,8 miljoner ton spannmål som idag utfodras till grisar men är lämpliga för humankonsumtion (Ermgassen *et al.*, 2016). Dock finns en del problematik med upphettning av vissa produkter. I en studie utförd i USA undersöktes smältbarheten av aminosyror i värme- och tryckbehandlat kött- och benmjöl som utfodrades till fjäderfä. Resultaten visade att proteinkvaliteten i tryckbehandlat kött- och benmjöl reducerades, där aminosyran cystein påverkades mest. För att minska risken för angrepp av prioner genom värme- och tryckbehandling, kommer därmed proteinkvalitet och näringsinnehåll i kött- och

benmjöl förmodligen att försämrans (Shirley & Parsons, 2000). Känsligheten för värme ökar i närvaro av kolhydrater, på grund av Maillard-reaktionen när denaturerade proteiner bildar protein-kolhydrat och protein-protein bindningar. Denna reaktion involverar kondensering mellan en karbonylgrupp och aminogrupp från en fri aminosyra eller ett protein (McDonald *et al.*, 2011). Oftast påverkas aminosyran lysin mest av tryck- och värmebehandling på grund av dess känslighet för denna reaktion (Shirley & Parsons, 2000; McDonald *et al.*, 2011).

För att enklare inkludera blöta biprodukter i foderstater kan blötfoder användas. Fermenterat blötfoder har visats ge positiva effekter, dock kan degradering av fritt lysin ske vid fermentering och samtidigt kan aminen kadaverin bildas (Canibe & Jensen, 2012), som sker på grund av dekarboxylering (McDonald *et al.*, 2011). Kadaverin är en giftig bas och syntesen påverkas av temperatur och inkubationstid, vilket gör det möjligt att påverka dess förekomst. Blötfoder som fermenterats ger goda möjligheter att öka både näringsvärde och smältbarhet i vissa foderingredienser. Dessutom kan olika bakteriekulturer, organiska syror eller enzymer adderas, som har visats ge positiva effekter där bland annat antalet enteriska patogener (salmonella, koliforma bakterier) reduceras hos gris som utfodrats med fermenterat blötfoder av god hygienisk och näringsmässig kvalitet (Canibe & Jensen, 2012). Kwak & Kang (2006) utförde en studie där matrester av färskt avfall från olika restauranger i Korea utfodrades till grisar. Matresterna bestod av både vegetabilier och animalier (19,1 % ts-halt) som vakuumtorkades och lagrades lufttätt före utfodring. Foderstaten som bestod av majs och soja ersattes med 50 % matavfallsblandning. Matavfallsblandningen innehöll 16,2 % råprotein och bestod av 77 % matavfall, 10 % ströbädd från kycklingproduktion och 13 % bageriavfall som blandades med en aerob mikrobkultur vilken främst bestod av *Bacillus* spp. Inga negativa effekter på grisproduktionen observerades, förutom en försämrad foderomvandlingsförmåga (kg foder/kg tillväxt) som gick från 3,17 i kontroldieten till 3,50 vid inblandning av 50 % behandlat matavfall. Resultatet visade att dessa behandlade matrester var smakliga för grisarna och en ökad ekonomisk lönsamhet kunde åstadkommas tack vare minskad foderkostnad (Kwak & Kang, 2006). Ermgassen *et al.* (2016) anser att en europeisk grisuppfödare kan sänka sin foderkostnad till 40-60 % av konventionellt foder vid en inkludering av 50 % matavfall i foderstaten.

Framtida fodermedel

Insekter

Insekter har potential att användas som effektiva produktionsdjur och som en alternativ källa för foder eller föda (Oonix *et al.*, 2015), men är idag inte tillåtet att använda som fodermedel eftersom det räknas som en animalisk biprodukt (EG nr 1069/2009). De har ett högt innehåll av protein och kan födas upp på organiskt avfall för att sedan användas som proteinfodermedel till bland annat grisar (Veldkamp & Bosch, 2015). För att det ska vara effektivt att använda insekter som foder bygger det på att deras dieter inte skulle kunna konsumeras direkt av våra andra produktionsdjur (Oonix *et al.*, 2015). Det har bland annat visats att uppfödning av svarta

soldatflugor på gödsel från mjölkkor är möjlig (Liu *et al.*, 2008). På en optimalt sammansatt foderstat omvandlar insekter organiskt material till protein mer effektivt jämfört med konventionella produktionsdjur. En kombination av olika biprodukter, exempelvis betmelass, bryggerijäst och potatisskal, har möjlighet att vara en bra foderstat för insekter, där sammansättningen av fodret har den huvudsakliga betydelsen för deras foderomvandlingsförmåga (Oonicx *et al.*, 2015). Insekter kan även användas som foder till fisk (St-Hilaire *et al.*, 2007), där fiskavfall i sin tur kan utnyttjas som foder till gris (Batterham *et al.*, 1983). Larver från svarta soldatflugor innehåller 40 % protein och larver från husflugor innehåller 70 % protein (St-Hilaire *et al.*, 2007), vilket kan jämföras med fiskmjölets 76 % (SLU, 2011). Tack vare insekters höga innehåll av protein och fett är det möjligt att använda insekter som ersättare för fiskmjöl och fiskolja i foder (St-Hilaire *et al.*, 2007). Aminosyrasammansättningen är viktig för grisar, där lysin är den första begränsande aminosyran (SLU, 2011). Sammansättningen av aminosyror i mjölmask, husfluga och svart soldatfluga liknar sojamjölets (se tabell 1) (Veldkamp & Bosch, 2015).

Tabell 1. Andel lysin och metionin av råprotein i insekter i procent (Veldkamp & Bosch, 2015; SLU, 2011)

	Svart soldatfluga ¹	Husfluga ¹	Mjölmask ¹	Sojamjöl ¹	Fiskmjöl ²
Lysin	6,5	6,9	6,4	6,2	7,5
Metionin	1,9	2,2	2,1	1,4	2,8

Marina biprodukter

Från fiskrester kan fiskensilage tillverkas, vilket är ett alternativ som proteinfoder. Det är en flytande produkt som produceras när fisk eller delar av fisk behandlas med myrsyra (Tattersson & Windsor, 1973) till pH 4 eller lägre, vilket gör det enklare att använda dessa biprodukter (Batterham *et al.*, 1983). Fermenterade produkter kan ha goda effekter på hälsa och immunförsvar, där bland annat *Lactobacillus* spp. anses kunna ha en probiotisk effekt (Willey *et al.*, 2012). Batterham *et al.* (1983) visade att grisar som utfodrats med vetebaserade foderstater där fiskensilage helt eller delvis ersatte sojamjöl som proteinfodermedel, medförde en ökad tillväxthastighet och foderomvandlingsförmåga. Inga negativa effekter på slaktkroppskvaliteten observerades. Fiskensilaget hade ett högre innehåll av råprotein, metionin samt lysin per kilo torrs substans, jämfört med sojamjöl (se tabell 2). Dock fanns två stycken eventuella begränsningar

¹ (Veldkamp & Bosch, 2015)

² (SLU, 2011)

för användning av fiskensilage: dels att fiskoljan ackumulerade vilket riskerade att medföra bismak samt reducera hållbarheten på grisköttet, och dels att innehåll av kvicksilver kunde finnas kvar i fiskensilage (se tabell 2). Ett smaktest hos 49 personer utfördes för att undersöka om fiskensilage gav bismak där 40 stycken fick förtära griskött från grisar som utfodrats med fiskensilage och resterande 9 fick förtära griskött från grisar som utfodrats med kontrollfoder. Av dessa 40 var det endast 3 personer som kände en bismak av fisk. Kviksilverinnehållet anses kunna begränsas genom att utfodra grisar med fiskensilage i början av tillväxtfasen när grisarnas behov av aminosyror är högre, för att sedan avlägsnas 6-8 veckor innan slakt (Batterham *et al.*, 1983).

Tabell 2. Kemisk sammansättning i sojamjöl och fiskensilage. Anges i g/kg ts (Batterham *et al.*, 1983)

	Sojamjöl	Fiskensilage
Råprotein	534	646
Kviksilver	-	0,67
Lysin	5,2	37
Metionin	2,9	15,4

Risker med utfodring av matavfall och biprodukter

Klassisk och Afrikansk svinpest

Sedan 1994 har Sverige varit fritt från klassisk svinpest. Det är en virussjukdom som är mycket smittsam och kan orsaka allvarlig sjukdom hos grisar och ha stor ekonomisk påverkan för lantbrukare (Wei *et al.*, 2013). Virusets smittor inte människor men kan överleva i kött länge och utgör därför en risk när man utfodrar grisar med animaliska biprodukter. Grisar får hög feber, minskad aptit, diarré, besvär med andning och balanssvårigheter. Sjukdomen medför en hög dödlighet mellan 90-100 % och förloppet kan ske mycket snabbt (Jordbruksverket, 2014). Det är förbjudet att vaccinera mot klassisk svinpest inom EU, dock finns undantagsfall då nödvaccinering tillåts (Jordbruksverket, 2013a). I en studie som utfördes i Kina undersöktes vaccinet påverkan på viruset. Vaccinering visades påverka C-stammens diversitet och riskerade att orsaka rekombination och mutation av viruset, vilket kan leda till att viruset ändrar sin anpassning till värdorganismen. I studien skedde en rekombination mellan en vaccin-stam och vildtyps-stam, och därmed fanns det risk för uppkomst av nya virus som vaccinet inte ger skydd mot (Wei *et al.*, 2013). Enligt Wijnker *et al.* (2008) är fjälster som används vid tillverkning av korv en möjlig infektkälla. I studien som utfördes visades att utfodring till grisar med infekterat matavfall medförde en risk för spridning till fjälster. Vid korvtillverkning behandlas vanligtvis fjälster med natriumklorid för att motverka bakterietillväxt. I denna studie jämfördes

två olika behandlingar, den ena bestod av natriumklorid och fosfat och den andra bestod av natriumklorid och citrat. Behandling med natriumklorid och fosfat var det mest effektiva för att motverka svinpest. Påvisad infektion av svinpest kunde ses i de fjälster behandlade med natriumklorid och citrat (Wijnker *et al.*, 2008). Inaktivering av viruset kan nå genom en upphettning till 56°C (Cowan *et al.*, 2014). Det har även visats att behandling med hydrostatiskt tryck under 12 timmar kan inaktivera 99 % av viruset och att UV-strålning kan inaktivera 100 % efter 2 timmar (Freitas *et al.*, 2002).

Afrikansk svinpest upptäcktes år 1920 i Kenya (Costard *et al.*, 2009) och är den mest begränsande faktorn inom grisproduktion i Afrika, samt delar av Asien och Europa (Fasina *et al.*, 2011). Det är inte en zoonotisk sjukdom (Sánchez-Vizcaíno *et al.*, 2013), men det påverkar livsmedelssäkerhet och har stora ekonomiska förluster för lantbrukare (Costard *et al.*, 2009). Dödligheten för domesticerade grisar som drabbas av afrikansk svinpest är nära 100 %. Den första besättningen som drabbades utanför Afrika låg i Portugal och detta skedde år 1957. Detta utbrott berodde på att grisar utfodrats med matavfall från flygplan (Costard *et al.*, 2009). Sedan 1957 har det förekommit fall av smittade grisar i Spanien, Portugal, Kuba, Brasilien och andra Europeiska och Centralamerikanska länder (Gulekin *et al.*, 2011). År 2007 upptäcktes sjukdomen i Georgien som berodde på utfodring med matavfall från catering, där utbrottet förmodligen skedde på grund av förekomst av infekterat griskött som transporterats dit från andra länder (Rowlands *et al.*, 2008). Eftersom afrikansk svinpest kan överleva länge i kött och vävnader och kan spridas både vid direkt kontakt mellan grisar samt vid intag av infekterat kött, finns en risk för spridning även över långa sträckor (Rowlands *et al.*, 2008). Viruset kan dock inaktiveras av upphettning i 56°C i 70 minuter alternativt i 60°C i 20 minuter (USDA, 2013). Afrikansk svinpest förekommer i stor utsträckning i Ryssland, där viruset sprids genom förflyttning av djur (38 %) och utfodring med matavfall (35 %), där de domesticerade grisar som utfodrats med griskadaver riskerar att smitta vilda grisar som kan leda till en epidemi (EFSA, 2014). För att förhindra spridning av afrikansk svinpest bör man förhindra gräns- och kontinentöverskridande transport av djur och produkter. Även strikta regler kring utfodring med biprodukter har visats vara effektivt i många länder (Costard *et al.*, 2009). I dagsläget finns inget vaccin (Fasina *et al.*, 2011) och det är dessutom förbjudet att vaccinera mot afrikansk svinpest (Jordbruksverket, 2013b). Biosäkerhet bör användas för att motverka sjukdomen (Fasina *et al.*, 2001), alternativt eliminera de grisar som befinner sig i den infekterade besättningen samt i riskzonen för att smittas (Gulekin *et al.*, 2011).

Transmissibla Spongiforma Encefalopater

Transmissibla Spongiforma Encefalopater (TSE) är en grupp bestående av zoonotiska sjukdomar orsakade av ett infekterat protein, kallat prion, som kan spridas vid bland annat utfodring av otillräckligt värmebehandlat kött- och benmjöl samt slaktbiprodukter. Prionen angriper hjärnan och orsakar förändringar i hjärnans egna proteiner hos den drabbade individen (Jordbruksverket,

2015; SVA, 2016a). Fram tills år 2011 diagnostiserades 180 000 fall av TSE i världen (Norrby, 2011). Idag har vi inte tillräcklig kunskap kring hur spridningen av TSE fungerar och därför anses spridningen över olika artbarriärer vara oförutsägbart. Ofta finns en artbarriär, men vissa TSE-stammar kan ta sig igenom denna hos vissa arter (Wiseman *et al.*, 2015). Denna artbarriär som existerar beror främst på sjukdomens långa inkubationstid som i vissa fall överstiger värdorganismens livstid, men prionet kan genom anpassning förkorta inkubationstiden (Priola, 1999). År 1989 påbörjades undersökningar av risken för spridning av Bovin Spongiform Encefalopati (BSE), även kallat galna kosjukan, från nötkreatur till grisar. Trots epidemin som förekom hos nötkreatur på 80-talet, har det tidigare inte rapporterats några fall av naturligt förekommande TSE hos gris, där dessutom inblandningen av kött- och benmjöl i foderstaten var högre (Wells *et al.*, 2003). I en studie som utfördes i USA undersöktes förekomst av TSE hos grisar, där grisar som injicerats intravenöst, intraperitonealt och intrakraniellt med BSE-infekterat material jämfördes med grisar som utfodrats med BSE-infekterad hjärnsubstans från nötkreatur. Samtliga grisar som injicerats påvisades infektion av TSE. Ingen av grisarna som utfodrats med 400 gram (x3) hjärnsubstans var drabbad av infektion. Denna fodergiva baserades på maximalt dagligt intag som tidigare använts när utfodring med kött och benmjöl var tillåtet. Att ingen infektion förekom beror förmodligen på att infektionsdosen var otillräcklig vid oral exponering. Denna risk reduceras dessutom via de artbarriärer som existerar mellan gris och nötkreatur (Wells *et al.*, 2003). Tryck- och värmebehandling är en möjlig strategi för att minska risken för spridning av TSE (Cardone *et al.*, 2006; Heindl *et al.*, 2007). TSE har även visats kunna avdödas vid behandling med torrvarme i 1000°C, koncentrerat blekmedel eller ångvärme under tryck i 132°C (Brown, 2007). I en studie där temperaturen var mellan 60-80°C medfördes en minskning av en PrP^{Res}-signal. Studien utfördes på hamster och resultatet tyder på en minskad frisättning av antikroppar. Detta tros bero på att när proteinet utsätts för både värme och tryck sker en uppdelning av hydrofoba strukturer (Heindl *et al.*, 2007).

Mul- och klövsjuka

Mul- och klövsjuka är en smittsam sjukdom som orsakas av ett virus och kan drabba klövbärande djur. Sjukdomen har en hög spridningsrisk och kan ha stor ekonomisk påverkan för lantbrukare (Alexandersen *et al.*, 2003b). Det kan smitta via direktkontakt, luft samt via matavfall som konsumeras. Virusets kan även utsöndras i luften från grisar som insjuknat i sjukdomen och spridas på så sätt (Alexandersen *et al.*, 2003a). Drabbade djur får feber och blåsbildningar på tunga, nos, spenar och klövränd. Det är ofta låg dödlighet men innebär dock ett stort lidande för djuren (Engvall, 2001). Det finns vaccin mot mul- och klövsjuka men eftersom viruset har sju olika serotyper antar det nya varianter som kan vara svåra att få skydd mot (Alexandersen *et al.*, 2003a). Vaccin är dessutom dyrt och inte hållbart ur ett långsiktigt perspektiv på grund av ekonomiska skäl. Många länder i EU slutade att vaccinera mot mul- och klövsjuka år 1993 och litar på att gränsskyddet vid import räcker för att undvika smittan (Engvall, 2001). Virusets inaktiveras vid en upphettning till 93°C (Blackwell & Rickansrud, 1989).

Hepatit E

Hepatit E (HEV) är en zoonotisk sjukdom som orsakas av ett RNA-virus och kan infektera djur och människor (SVA, 2016b). HEV finns världen över och minst en stam kan infektera över artbarriären mellan gris och människa (Meng *et al.*, 2002). Sjukdomen förekommer i många utvecklingsregioner i världen, bland annat i Asien, Afrika och Latinamerika (Xiao *et al.*, 2012), och förekommer även hos vildsvin i Sverige (SVA, 2016b). Grisar anses kunna vara bärare av HEV eftersom viruset kan spridas med deras avföring, som i sin tur kan smitta andra grisar och människor (Halbur *et al.*, 2001). I en studie utförd i Sverige av Widén *et al.* (2011) har det mellan år 1993-2009 identifierats 17 stycken fall av hepatit E hos människa, i samtliga fall var smittkällan okänd. Via träck- och blodprov identifierades HEV hos smågrisar och vildsvin i Sverige. Sekvenser av HEV-virus från människor, smågrisar och vildsvin jämfördes, där resultaten visade att det fanns nära släktskap mellan viruset från smågrisar i samma besättning, samt mellan vildsvin som befann sig i samma landskap. Detta tyder på att vissa stammar av HEV som förekommer i Sverige är endemiska och därmed kan användas för att spåra ursprunget av den infektiösa stammen (Widén *et al.*, 2011). Dock har inga sjukdomssymptom hos drabbade individer kunnat påvisas i Sverige, varken hos människa eller gris (SVA, 2016b). I Asien, Mellanöstern och Afrika har HEV visats orsaka akut hepatit-E där dödligheten hos människa låg på 1-4 %, men inga kliniska symtom hos grisar smittade med HEV kunde ses (Purcell & Emerson, 2008).

I en studie utförd i Kina jämfördes förekomst av HEV bland grisar som utfodrats med värmebehandlat matavfall med grisar som utfodrats med ett konventionellt kontrollfoder. Resultatet visade att antikroppar mot HEV hos grisar som utfodrats med matavfall var 87 %, men endast 53 % hos grisar som utfodrats med kontrollfodret. Detta tyder på att HEV förekommer i större utsträckning hos grisar som utfodras med matavfall jämfört med kontrollfoder (Xiao *et al.*, 2012). HEV kan även spridas från infekterade grisar vid slakt. Det medför en risk både för de som arbetar på slakteriet samt konsumenter av grisköttet (Leblanc *et al.*, 2006). I en studie utförd i USA utfördes en jämförelse av humant HEV-antigen och HEV-antigen från gris, där dessa visade en likhet på 97 %. I studien erhöles blodprov från veterinärer som arbetar med grisar och från människor som inte har kontakt med grisar, för att undersöka förekomst av immunoglobulin G och HEV-antigen. Förekomsten av HEV-antigen hos de veterinärer som deltog i studien visades vara 1,51 gånger mer troligt förekommande, jämfört med de människor som ej arbetat med gris. Risken att utsättas för en zoonotisk infektion av HEV visades vara högre för veterinärer och grisägare, dock kunde ingen skillnad ses mellan de som spenderar mycket tid (>80 % av dygnet) eller lite tid (<20 % av dygnet) med grisar. Denna spridning av HEV som förekom berodde förmodligen på direkt exponering eller kontakt med gris, bland annat vid kontakt med fekalt material som fanns i omgivningen. Antigenen mot HEV förekom dock hos både de som haft kontakt och de som inte haft kontakt med grisar. Därmed finns det förmodligen fler källor för HEV än grisar (Meng *et al.*, 2002). Uppvärmning av griskött till 45-70°C inte tillräckligt för att

eliminera viruset. En stor del av viruset blev inaktiverat, men 1 % av viruset fanns kvar efter upphettning i 56°C i 60 minuter (Emerson *et al.*, 2005). En temperatur på 71°C i minst 20 minuter krävs för att helt inaktivera viruset (Barnaud *et al.*, 2012).

Tabell 3. Sammanställning av sjukdomar som förekommer hos gris. Epizooti omfattar allmänfarliga sjukdomar som är anmälningspliktiga (SVA 2016a-e).

	Afrikansk svinpest ^a	Hepatit E ^b	Klassisk svinpest ^c	Mul- och klövsjuka ^d	TSE ^e
Zoonos	Nej	Ja	Nej	Nej	Ja
Epizooti	Ja	Nej	Ja	Ja	Ja
Smittväg	Direkt kontakt, indirekt kontakt, animaliska produkter	Fekal-oral, direkt kontakt	Direkt kontakt, indirekt kontakt, animaliska produkter	Luft, direkt kontakt, sekret, mjölk, animaliska produkter	Direkt kontakt, miljö, animaliska produkter
Dödlighet	Nära 100 %	Låg	90-100 %	Låg	100 %
Symtom	Feber, minskad aptit, nedsatt allmäntillstånd, kastning hos sugor	Inga kliniska symtom	Feber, minskad aptit, diarré, andningsbesvär, balanssvårigheter	Feber, matvägran, blåsbildning i klövregionen	Angrepp av centrala nervsystemet
Inaktivering	56°C	71°C	56°C	93°C	Ångvärme i 132°C + tryck
Vaccin	Förbud	Nej	Förbud	Ja	Nej

Zoonoser orsakade av livsmedelburna sjukdomar uppskattades ha orsakat 2 miljoner dödsfall i världen per år (Vongkamjan & Wiedmann, 2014), men för konsumenter av köttet anses risken att drabbas av zoonos kunna motverkas genom tillräcklig upphettning av köttet (Leblanc *et al.*, 2006).

^a (SVA, Afrikansk svinpest, 2016a)

^b (SVA, Hepatit-E virus hos gris, 2016b)

^c (SVA, Klassisk svinpest, 2016c)

^d (SVA, Mul och klövsjuka, 2016d)

^e (SVA, Transmissibla spongiforma encefalopatier (TSE) och prioner, 2016e)

Diskussion

Matavfall och biprodukter är en viktig foderkälla till grisar i många länder eftersom grisar kan utnyttja det effektivt (Costard *et al.*, 2009) och därför är diskussion kring godkännande av matavfall som fodermedel viktig i dagens livsmedelsproduktion. Många utfodrar idag sina djur med soja (Jezierny *et al.*, 2010), vilket leder till ökad klimatpåverkan och därför är det viktigt att hitta nya bra hållbara alternativ (Heimer, 2010). Matavfall kan användas som foder till grisar utan att påverka produktionen negativt och dessutom ge en lägre foderkostnad (Kwak & Kang, 2006). Regler kring hantering av matavfall för fodertillverkning har införts på grund av risken för spridning av olika sjukdomar (EG 183/2005). Förutsättningar för hantering av sjukdomsspridning och livsmedelssäkerhet varierar i olika länder, där problem med en del sjukdomar förekommer i större utsträckning i vissa områden. Sjukdomarna som tagits upp i detta arbete existerar eller riskerar att existera i Sverige och Europa. Baserat på dessa sjukdomar och på de förutsättningar som finns i Sverige, är min åsikt att dessa regler bör justeras och anpassas för att underlätta för både de företag som vill sälja matavfall och även för foderproducenter, för att ta vara på möjligheten att minska miljöpåverkan genom att utnyttja de resurser som finns tillgängliga. Studier har dessutom visat att behandling av animaliska produkter kan göra det möjligt att inaktivera de virus som utgör en risk för sjukdomsspridning (Cowan *et al.*, 2014; USDA, 2013; Brown, 2007; Blackwell & Rickansrud, 1989; Barnaud *et al.*, 2012). Dock kan för kraftig värmebehandling minska tillgängligheten av protein i köttet på grund av nya protein-protein och protein-kolhydrat bindningar (McDonald *et al.*, 2011). Jag tror att dessa regler finns kvar idag grundat på den kunskap och teknik som existerade när utbrotten skedde, men att vi idag har bättre möjlighet att motverka detta. De artbarriärer som existerar mellan gris och nötkreatur medför dessutom en lägre smittorisken av bland annat TSE, där orsaken till utbrottet av BSE berodde på utfodring med biprodukter till djur av samma art, vilket Wells *et al.* (2003) visat är nödvändigt för att infektion med TSE ska kunna ske till gris. Eftersom HEV och TSE är zoonotiska sjukdomar kan dessa spridas till människa (SVA, 2016a; 2016b). Zoonoser kan medföra problem med att förhindra sjukdomens prevalens innan köttet tillagas, men för konsumenterna av köttet anses viruset inte vara en risk under förutsättning att köttet genomgår en tillräcklig upphettning (Leblanc *et al.*, 2006). Infekterade grisar kan sprida HEV till människor vid bland annat slakt och medför därför en risk för de som arbetar där (Leblanc *et al.*, 2006). Dock sprids TSE inte via indirekt kontakt, som exempelvis via föremål, utan har enbart visats spridas från djur till människa via intag av otillräckligt upphettat kött, och bör därför inte utgöra en risk under förutsättning att tillräckliga försiktighetsåtgärder har vidtagits. HEV har däremot visats kunna spridas till människa via direkt kontakt med djur (Meng *et al.*, 2002) och därmed anser jag att det finns risk för smittspridning även innan upphettning. Detta tyder på att det största problemet med att tillåta utfodring av matavfall och biprodukter är den risk som existerar för sjukdomsspridning via direktkontakt mellan djur och människa, vilket framförallt kan få stora ekonomiska konsekvenser för lantbrukaren, och även orsaka epidemier om sjukdomen sprids till vilda djur.

I vissa fall finns en begränsning för inblandning av matavfall, där exempelvis innehållet av biprodukter från växtodling ej bör överstiga 35 % av foderstaten på grund av grisens begränsade förmåga att bryta ner fibrer, och foderstaten bör därför kompletteras med konventionellt foder (Röös *et al.*, 2016). Veldkamp & Bosch (2015) och Oonincx *et al.* (2015) visade att utfodring med insekter till grisar är möjligt, varför jag anser att det finns ytterligare alternativ för komplettering av foderstaten än konventionellt foder. Insekter skulle även kunna användas för att föda upp fisk (St-Hilaire *et al.*, 2007), där fiskavfall kan användas som foder till gris (Batterham *et al.*, 1983). En produktion som går genom flera led, där förslagsvis insekter utfodras till fisk och fisk utfodras till gris, är förmodligen ineffektivt ur produktionssynpunkt, men positivt med avseende sjukdomsspridning och skulle kunna vara en möjlig åtgärd för att minska riskerna.

Vid utfodring av blötfoder kan blöta biprodukter enklare inkluderas, där fermenterat blötfoder dessutom har visat medföra positiva effekter, där bland annat antalet enteriska patogener reduceras (Canibe & Jensen, 2012). Fermenterat blötfoder skulle därför kunna användas som probiotika i förebyggande syfte (Willey *et al.*, 2012), som jag anser är viktigt i dagens produktion med tanke på den problematik som finns med antibiotikaanvändning i många länder. Idag är en del fodermedel som ges till våra produktionsdjur dyrt, bland annat fiskmjöl (St-Hilaire *et al.*, 2007), där fermenterat blötfoder, exempelvis bläckfiskensilage, är ett billigare alternativ (Reyes-Becerril *et al.*, 2012). Denna sänkta foderkostnad skulle förmodligen kunna medföra att fler är villiga satsa på sin livsmedelsproduktion, vilket jag anser behövs i Sverige.

Förbudet mot utfodring med matavfall och biprodukter skulle förmodligen i vissa fall kunna leda till en ökad risk för sjukdomsspridning på grund av att vissa producenter eventuellt inte är villiga att följa dessa regler. Jag tror att riskerna skulle minska genom att tillåta utfodring med visst matavfall och biprodukter under kontrollerade former.

Slutsats

Möjligheter finns att använda matavfall och biprodukter som fodermedel till gris. Grisar kan utnyttja näringsinnehållet och omvandla det till bland annat högvärdigt protein i form av muskelfävnad, som sedan kan utnyttjas för humankonsumtion. Tillräcklig upphettning av köttprodukter har visats eliminera samtliga nämnda virus och infektiösa protein. Den ökade kunskap som finns idag bidrar med en ökad kontroll och säkerhet gällande hantering av djur och livsmedel. Dock finns fortfarande risker med spridning av zoonotiska sjukdomar innan produkter upphettats. Min åsikt är därför att det krävs mer forskning kring hantering av levande djur drabbade av zoonoser samt köttprodukter som inte genomgått upphettning. Även en ökad kontroll av importerat foder och livsmedel kan krävas.

Referenser

- Alexandersen, S., Quan, M., Murphy, C., Knight, J. och Zhang, Z. (2003b). Studies of quantitative parameters of virus excretion and transmission in pigs and cattle experimentally infected with foot-and-mouth disease virus. *Journal of Comparative Pathology*, ss. 1-36.
- Alexandersen, S., Zhang, Z., Donaldson, A. och Garland, A. (2003b). The pathogenesis and diagnosis of foot-and-mouth disease. *Journal of Comparative Pathology*. *Journal of Comparative Pathology*, ss. 1-36.
- Barnaud, E., Rogée, S., Garry, P., Rose, N. och Pavio, N. (2012). Thermal Inactivation of Infectious Hepatitis E Virus in Experimentally Contaminated Food. *Appl. Environ. Microbiol.* vol. 78 no. 15, ss. 5153-5159.
- Batterham, E., Gorman, T. och Chvojka, R. (1983). Nutritional value and mercury content of fish silage for growing pigs. *Anita. Feed Sci. Technol*, 9: ss. 169-179.
- Blackwell, J. och Rickansrud, D. (1989). Ingredient Effects on the Thermal Inactivation of Foot-and-Mouth Disease Virus in Formulated, Comminuted Meat Products. *Journal of Food Science*, Volume 54, No. 6, ss. 1479-1484.
- Brown, P. (2007). Creutzfeldt-Jakob disease: reflections on the risk from blood product therapy . *Haemophilia*, ss. 13, (Suppl. 5), ss. 33-40.
- Canibe, N. och Jensen, B. (2012). Fermented liquid feed - Microbial and nutritional aspects and impact on enteric diseases in pigs. *Animal Feed Science and Technology*, 173 (2012), ss. 17-40.
- Cardone, F., Brown, P., Meyer, R. och Pocchiari, M. (2006). Inactivation of transmissible spongiform encephalopathy agents in food products by ultra high pressure-temperature treatment. *Biochimica et Biophysica Acta*, 1764 (2006), ss. 558-562.
- Costard, S., Wieland, B., de Glanville, W., Jori, F., Rowlands, R., Vosloo, W., Roger, F., Pfeiffer, D. och Dixon, L. (2009). African swine fever: how can global spread be prevented? *Phil. Trans. R. Soc. B* (2009), 364, ss. 2683-2696.
- Cowan, L., Haines, F., Everett, H., Crudgington, B., Johns, H., Clifford, D., Drew, T.W. och Crooke, H. (2015). Factors affecting the infectivity of tissues from pigs with classical swine fever: Thermal inactivation rates and oral infectious dose. *Veterinary Microbiology*, Vol. 176 (1): ss. 1-9.
- European Food Safety Authority. (2014). Scientific opinion on African swine fever. *EFSA Journal*, 12 (4): 3628: ss. 1-77.
- Europaparlamentets och rådets direktiv 2009/1069/EG om hälsobestämmelser för animaliska biprodukter som inte är avsedda att användas som livsmedel.
- Europaparlamentets och rådets direktiv 2005/183/EG om fastställande av krav för foderhygien.
- Europaparlamentets och rådets direktiv 2013/56/EG om ändring av bilagorna I och IV till Europaparlamentets och rådets förordning (EG) nr 999/2001 om fastställande av bestämmelser för förebyggande, kontroll och utrotning av vissa typer av transmissibel spongiform encefalopati Text av betydelse för EES.
- Emerson, S., Arankalle, V. och Purcell, R. (2005). Thermal stability of Hepatitis E Virus. 2005: 192: ss. 930-3.
- Engvall, A. (2001). *Galna kosjukan och och mul-och klövsjukan: Ytterligheternas sjukdomar*. <http://miljoforskning.formas.se/en/Nummer/Oktober-2001/Notiser/Ytterligheternas-sjukdomar> (Hämtad 2016-02-20)

- Ermgassen, E., Phalan, B., Green, R. och Balmford, A. (2016). Reducing the land use of EU pork production: where there's swill, there's a way. *Food Policy*, Vol. 58, ss. 35-48.
- FAO. (2009). *The state and food of agriculture*. Food And Agriculture Organization Of The United Nations. <http://www.fao.org/docrep/012/i0680e/i0680e.pdf> (Hämtad 2016-05-03)
- Fasina, F., Lazarus, D., Spencer, B., Makinde, A. och Bastos, A. (2012). Cost Implications of African Swine Fever in Smallholder Farrow-to-Finish Units: Economic Benefits of Disease Prevention Through Biosecurity. *Transboundary and Emerging Diseases* 59 (2012), ss. 244-255.
- Freitas, T., Gaspar, L., Caldas, L., Silva, J. och Rebello, M. (2002). Inactivation of classical swine fever virus: association of hydrostatic pressure and ultraviolet irradiation. *Journal of Virological Methods*. 2003. Vol. 108 (2): ss. 205-211.
- Gulekin, V., Korennoy, F., Karaulov, A. och Dudnikov, S. (2011). Cartographical analysis of African swine fever outbreaks in the territory of the Russian Federation and computer modeling of the basic reproduction ratio. *Preventive Veterinary Medicine* 102 (2011), ss. 167-174.
- Gustavsson, J., Cederberg, C., Sonesson, U., Van Otterdijk, R. och Meybeck, A. (2011). *Global food losses and food waste - extent, cause and prevention*. Food And Agriculture Organization Of The United Nations. <http://www.fao.org/docrep/014/mb060e/mb060e00.pdf> (Hämtad 2016-02-23)
- Halbur, P., Kasorndorkbua, C., Gilbert, C., Guenette, D., Potters, M., Purcell, R., Emerson, S., Toth, E. och Meng, X. (2001). Comparative pathogenesis of infection of pigs with hepatitis E viruses recovered from a pig and a human. *Journal of Clinical Microbiology*, 39 (3), ss. 918-923.
- Heimer, A. (2010). *Soja som foder och livsmedel i Sverige - konsekvenser lokalt och globalt*. Naturskyddsföreningen.
- Heindl, P., Garcia, A., Butz, P., Trierweiler, B., Voigt, H., Pfaff, E. och Tauscher, B. (2007). High pressure/temperature treatments to inactivate highly infectious prion subpopulations. *Innovative Food Science and Emerging Technologies* 9 (2008), ss. 290-297.
- Jensen, C., Stenmarck, Å., Sörme, L. och Dunsö, O. (2011). *Matavfall 2010 från jord till bord*. SMED Rapport Nr 99 2011. <http://www.smed.se/wp-content/uploads/2011/12/Matavfall-2010-från-jord-till-bord> (Hämtad 2016-02-23)
- Jeziorny, D., Mosenthin, R. och Bauer, E. (2010). The use of grain legumes as a protein source in pig nutrition: A review. *Animal Feed Science and Technology* 157 (2010), ss. 111-128.
- Jordbruksverket. (2013a). *Epizootihandboken*. Del 2: kapitel 6.
- Jordbruksverket. (2013b). *Epizootihandboken*. Del 2: kapitel 2.
- Jordbruksverket. (2014). *Svinpest (afrikansk och klassisk)*. Jordbruksverket. <http://www.jordbruksverket.se/amnesomraden/djur/sjukdomarochsmittskydd/smittsammadjursjukdomar/svinpest.4.2399437f11fd570e67580001365.html> (Hämtad 2016-02-23)
- Jordbruksverket. (2015). *Transmissibla Spongiforma Encefalopatier*. Jordbruksverket. <http://www.jordbruksverket.se/amnesomraden/djur/sjukdomarochsmittskydd/smittsammadjursjukdomar/tse/allmantomtse.4.6a459c18120617aa58a80002158.html> (Hämtad 2016-04-06)
- Kwak, W. och Kang, J. (2006). Effect of feeding food waste-broiler litter and bakery by-product mixture to pigs. *Bioresource Technology* 97 (2006), ss. 243-249.
- Leblanc, D., Ward, P., Gagné, M.-J., Poitras, E., Müller, P., Trottier, Y.-L., Simard, C. och Houde, A. (2006). Presence of hepatitis E virus in a naturally infected swine herd from nursery to slaughter. *International Journal of Food Microbiology* 117 (2007), ss. 160-166.

- Liu, Q., Tomberlin, J., Brady, J., Sanford, M. och Yu, Z. (2008). Black Soldier Fly (Diptera: Stratiomyidae) Larvae Reduce Escherichia coli in Dairy Manure. *Environmental Entomology* 37 (6): ss. 1525-1530.
- Lundström, J., Albin, A., Gustafson, G., Bertilsson, J., Rydhmer, L. och Magnusson, U. (2008). *Lantbrukets djur i en föränderlig miljö – utmaningar och kunskapsbehov*. Fakulteten i veterinärmedicin och husdjursvetenskap, Sveriges Lantbruksuniversitet, i samarbete med Statens Veterinärmedicinska Anstalt.
- McDonald, P., Edwards, R., Greenhalgh, J., Morgan, C., Sinclair, L. och Wilkinson, R. (2011). *Animal Nutrition. Seventh Edition*. ISBN: 978-1-4082-0423-8.
- Meng, X., Wiseman, B., Elvinger, F., Guenette, D., Toth, T., Engle, R., Emerson, S. och Purcell, R. (2002). Prevalence of Antibodies to Hepatitis E Virus in Veterinarians Working with Swine and in Normal Blood Donors in the United States and Other Countries. *Journal of Clinical Microbiology*, Jan. 2002, ss. 117-122.
- Norrby, E. (2011). Prions and protein-folding diseases. *Journal of Internal Medicine*, 270, ss. 1-14.
- Oonincx, D., van Broekhoven, S., van Huis, A. och van Loon, J. (2015). Feed Conversion, Survival and Development, and Composition of Four Insect Species on Diets Composed of Food By-Products. *PLOS ONE* 10(12).
- Priola, S. (1999). Prion protein and species barriers in the transmissible spongiform encephalopathies. *Biomed & Pharmacother* 1999; 53: ss. 27-33.
- Purcell, R. och Emerson, S. (2008). Hepatitis E: An emerging awareness of an old disease. *Journal of Hepatology* 48 (2008), ss. 494-503.
- Reyes-Becerril, M., Ascenio-Valle, F., Macias, M., Maldonado, M., Rojas, M. och Esteban, Ms. (2012). Effects of marine silages enriched with Lactobacillus sakei 5-4 on haematoimmunological and growth response in Pacific red snapper (Lutjanus peru) exposed to Aeromonas veronii. *Fish & Shellfish Immunology* 33 (2012), ss. 984-992.
- Rowlands, R., Michaud, V., Heath, L., Hutchings, G., Oura, C., Vosloo, W., Dwarka, R., Onashvili, T., Albina, E. och Dixon, L. (2012). African Swine Fever Virus Isolate, Georgia, 2007. *Emerging Infectious Diseases*, Vol. 14, No. 12, 2008.
- Röös, E., Patel, M., Spångberg, J., Carlsson, G. och Rydhmer, L. (2016). Limiting livestock production to pasture and by-products in a search for sustainable diets. *Food Policy* 58 (2016), ss. 1-13.
- Sánchez-Vizcaino, J., Mur, L. och Martínez-López, B. (2013). African swine fever (ASF): five years around Europe. *Veterinary Microbiology*, 165: ss. 45-50.
- Shirley, R. och Parsons, C. (2000). Effect of Pressure Processing on Amino Acid Digestibility of Meat and Bone Meal for Poultry. *2000 Poultry Science* 79: ss. 1775–1781.
- SLU. (2011). *Fiskmjöl*. Sveriges Lantbruksuniversitet, Institutionen för husdjurens utfodring och vård.
- St-Hilaire, S., Sheppard, D., Tomberlin, J., Irving, S., Newton, L., McGuire, M., Mosley, E., Hardy, R. och Sealey, W. (2007). Fly prepupae as a feedstuff for rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. *Journal of the World Aquaculture Society* 38 (1), ss. 59-67.
- Strid, L., Röös, E. och Tidåker, P. (2014). *Förluster av svenskt nötkött inom primärproduktion och slakt*. Livsmedelsverket.
http://www.livsmedelsverket.se/globalassets/rapporter/2014/forluster_av_svensket_notkott.pdf
 (Hämtad 2016-02-20)

- SV A. (2016a). *Afrikansk svinpest*. Statens Veterinärmedicinska Anstalt.
<http://www.sva.se/djurhalsa/epizootier/afrikansk-svinpest> (Hämtad 2016-04-18)
- SV A. (2016b). *Hepatit-E virus hos gris*. Statens Veterinärmedicinska Anstalt.
<http://www.sva.se/djurhalsa/gris/zoonoser-gris/hepatit-e-virus-gris> (Hämtad 2016-04-06)
- SV A. (2016c). *Klassisk svinpest*. Statens Veterinärmedicinska Anstalt.
<http://www.sva.se/djurhalsa/epizootier/klassisk-svinpest> (Hämtad 2016-04-18)
- SV A. (2016d). *Mul och klövsjuka*. Statens Veterinärmedicinska Anstalt.
<http://www.sva.se/djurhalsa/epizootier/mul-och-klvsjuka> (Hämtad 2016-04-18)
- SV A. (2016e). *Transmissibla spongiforma encefalopatier (TSE) och prioner*. Statens Veterinärmedicinska Anstalt.
<http://www.sva.se/djurhalsa/epizootier/transmissibla-spongiforma-encefalopatier-tse-och-prioner> (Hämtad 2016-04-18)
- Tattersson, N. och Windsor, L. (1973). Fish silage. *J. Sci. Fd Agric.* 1974, 25, ss. 369-379.
- USDA. (2013). African Swine Fever Standard Operating Procedures: 1. Overview of Etiology and Ecology. *Foreign Animal Disease Preparedness & Response Plan*. United States Department of Agriculture.
- Wei, J., Dan-Dan, N., Hong-Li, S., Nai-Zheng, D. och Cheng-Qiang, H. (2013). Vaccination influences the evolution of classical swine fever virus. *Infection, Genetics and Evolution* 25 (2014), ss. 69-77.
- Veldkamp, T. och Bosch, G. (2015). Insects: a protein-rich feed ingredient in pig and poultry diets. *Animal Frontiers*, 2015, Vol.5 (2), ss. 45-50.
- Wells, G., Hawkings, S., Austin, A., Ryder, S., Done, S., Green, R., Dexter, I., Dawson, M. och Kimberlin, R. (2003). Studies of the transmissibility of the agent of bovine spongiform encephalopathy to pigs. *Journal of General Virology* (2003), 84, ss. 1021-1031.
- Widén, F., Sundqvist, L., Matyi-toth, A., Metreveli, G., Belák, S., Hallgren, G. och Norder, H. (2011). Molecular epidemiology of hepatitis E virus in humans, pigs and wild boars in Sweden. *Epidemiology and Infection*, 2011, Vol. 139 (3), ss. 361-371.
- Wijnker, J., Depner, K. och Berends, B. (2008). Inactivation of classical swine fever virus in porcine casing preserved in salt. *International Journal of Food Microbiology* 128 (2008), ss. 411-413.
- Willey, J., Sherwood, L. och Woolverton, C. (2012). *Prescott's Principles of Microbiology. International Edition 2012*. ISBN: 978-1-259-00953-2.
- Wiseman, F., Cancellotti, E., Piccardo, P., Iremonger, K., Boyle, A., Brown, D., Ironside, J., Manson, J. och Diack, A. (2015). The Glycosylation Status of PrPC Is a Key Factor in Determining Transmissible Spongiform Encephalopathy Transmission between Species. *J Virol*, (2015). Vol.89 (9), ss. 4738-4747.
- Vongkamjan, K. och Wiedmann, M. (2014). Starting from the bench - Prevention and control of foodborne and zoonotic diseases. *Preventive Veterinary Medicine* 118 (2015), ss. 189-195.
- Xiao, P., Ruiwen, L., Ruiping, S., Jun, Y., Wengui, L., Jingjing, M. och Quan, S. (2012). Prevalence of Hepatitis E Virus in Swine Fed on Kitchen Residue. *PLOS ONE* 7 (3).