



Kostfibers betydelse för grisars välfärd

The importance of dietary fibre for the welfare of pigs



Foto: Pernilla Hultman

av

Pernilla Hultman

**Institutionen för husdjurens
utfodring och vård**

**Examensarbete 306
15 hp C-nivå**

**Swedish University of Agricultural Science
Department of Animal Nutrition and Management**

Uppsala 2010



Kostfibers betydelse för grisars välfärd

The importance of dietary fibre for the welfare of pigs

av

Pernilla Hultman

Handledare: Emma Ivarsson

Examinator: Magdalena Høøk Presto

Nyckelord: kostfiber, grisar, välfärd, mättnad, beteende

Detta arbete har genomförts inom ramen för kursen EX0553, Kandidatarbete i Husdjursvetenskap – C15. Kursen består i huvudsak av en handledd litteraturgenomgång som leder fram till ett examensarbete inom huvudområdet husdjursvetenskap. I kursen ingår undervisning i att söka och värdera vetenskaplig litteratur samt i muntlig och skriftlig presentation.

**Institutionen för husdjurens
utfodring och vård**

**Examensarbete 306
15 hp C-nivå
Kurskod: EX0553**

**Swedish University of Agricultural Science
Department of Animal Nutrition and Management**

Uppsala 2010

Abstract

Animal welfare is impaired if the diet does not provide sufficient feeling of satiety or the ability to perform natural feeding behavior. Pigs are omnivores and spend most of the day searching for food by rooting, grazing and chewing. Both inability to perform foraging behavior and insufficient feeling of satiety often leads to direction of foraging behavior towards stereotyped and abnormal oral behavior. Dry sows are often fed restrictively which leads to unsatisfied feeling of hunger. Dietary fiber has been found to reduce stereotypic and abnormal behavior as well as aggression, which could indicate that pigs need to forage has been met giving a feeling of satiety. The long term effect is mainly found in viscous, soluble dietary fibers while bulky dietary fibers mainly provide only a short term feeling of satiety. For slaughter pigs the argument to use dietary fiber is mainly to provide foraging substrate rather than to nourish, even though roughages in the ration have been shown to be beneficial for the welfare of slaughter pigs. More studies are needed about the relationship between behavior, satiety and the use of different dietary fibers and appropriate admix. The aim of this review was to examine the relationship between dietary fiber and welfare in terms of feelings of satiety and the ability to perform natural feeding behaviors.

Sammanfattning

I fodersammanhang påverkas grisars välfärd negativt av otillräcklig mättnadskänsla liksom en begränsning av att uttrycka naturliga födosöksbeteenden. Grisar är omnivorer och spenderar största delen av dagen till att söka föda genom att böka i marken, beta och tugga. Både oförmåga att utföra födosöksbeteenden samt en otillräcklig mättnadskänsla leder ofta till att grisar riktar sina födosöksbeteenden mot stereotypa och onormala orala beteenden. Sinsugor utfodras ofta restriktivt vilket leder till en otillräcklig mättnadskänsla. Kostfiber har visats reducera stereotypa och onormala orala beteenden men även aggressioner. Detta skulle kunna indikera ett tillfredställt behov av att utföra födosöksbeteenden och en tillräcklig mättnadskänsla. De långsiktiga effekterna på mättnad hittas framförallt hos viskösa, lösliga kostfiber medan bulkiga kostfiber främst bara erbjuder en kortsiktig mättnadskänsla. Argumentet för att använda kostfiberrika fodermedel till slaktsvin är framförallt att erbjuda bökmaterial snarare än att tillföra näring, trots att grovfoder i foderstaten har visats ha positiva effekter på slaktsvins välfärd. Att använda kostfiber i foderstater till grisar har flera fördelar men fler studier behövs för att klargöra relationen mellan grisars beteende och mättnad samt vilka kostfiber som lämpar sig till slaktsvin och lämpliga inblandningar i foderstaten. Syftet med denna litteraturstudie var att undersöka relationen mellan kostfiber och välfärd, kopplat till dess möjlighet att erbjuda grisar mättnadskänsla och möjlighet att utföra födosöksbeteenden.

Introduktion

Utfodring av grisar i konventionell produktion är relaterat till ett etiskt dilemma (Kasanen et al., 2010). Den restriktiva utfodringen som tillämpas hos sinsugor kan resultera i otillräcklig mättnadskänsla samt att beteendemässiga behov i form av födosöksbeteenden inte blir tillfredsställda (Meunier-Salaün et al., 2001). Att öka mättnaden och minimera beteendeproblem med fri tillgång till foder innebär dock hälsoproblem på grund av fetma (Dourmad et al., 1994). Under naturliga förhållanden utforskar grisar sin omgivning genom att använda trynet till att nasa och böka för att hitta lämpliga foderområden och för att samla generell information om deras omgivning. Den största delen av dagen ägnas åt dessa

födosöksrelaterade beteenden (Stolba & Wood-Gush, 1989). Jämfört med naturliga förhållanden hålls grisar i konventionell produktion ofta i en karg miljö vilket erbjuder en begränsad förmåga att uttrycka dessa beteenden. Under sinperioden hålls suggorna även i grupp vilket på grund av den restriktiva fodergivan kan leda till konkurrens och aggressioner mellan grisarna (Meunier-Salaun et al., 2001).

Grisar är avlade för att växa och utnyttja fodret så effektivt som möjligt. En begränsande faktor för detta är ett foder med en hög fiberhalt vilket begränsar energi- och näringsutnyttjandet (Wenk, 2001). Trots detta har intresset för kostfiber i foderstater till grisar ökat. Att öka användningen av fiberfodermedel i foderstater till grisar kan motiveras av ökad konkurrens med människor om spannmål och en ökad tillgänglighet av billiga biprodukter från till exempel foder- och livsmedelsindustrin (Noblet & Goff, 2001). Foder med ett högre kostfiberinnehåll än vad som brukas idag skulle även kunna innebära positiva djurvälståndseffekter för grisarna genom att erbjuda både mättnadskänsla och födosöksmaterial (Whittaker et al., 1998). I dagens grisuppfödning utgörs de dominerande fodermedlen av spannmål och kostfiberinnehållet varierar mycket bland de spannmålsprodukter som normalt används. Majs och vete har lågt kostfiberinnehåll medan råg, korn och havre innehåller betydligt mer kostfiber, framförallt skaldelarna (Knudsen, 1997). Därför är det möjligt att öka kostfiberhalten i foderstaten till grisar genom valet av spannmål, samt genom att öka inblandningen av skaldelar. Det är även möjligt att öka kostfiberhalten genom att erbjuda grisarna grovfoder. Exempel på grovfoder är hö, halm, ensilage, helsädesensilage, bete och betmassa.

Arbetet är en litteraturoversikt och syftet är att undersöka vilken betydelse kostfiber har i grisars foderstater. Ämnet diskuteras främst utifrån hur kostfiber påverkar suggors och slaktsvins välfärd, kopplat till dess möjlighet att erbjuda fysiologisk mättnad liksom att tillfredsställa naturliga födosöksbeteenden.

Grisens digestionssystem

Grisen är ett enkelmagat djur och digestionssystemet kan delas upp i sex delar; munhåla, svalg, matstrupe, magsäck, tunntarm och grovtarm. Tunntarmen respektive grovtarmen delas in i ytterligare delar där tunntarmen består av duodenum, jejunum och ileum medan grovtarmen består av caecum, colon och rectum.

I munhålan sker främst en mekanisk bearbetning av födan där den tuggas ner till mindre beståndsdelar samtidigt som den blandas med saliv. Via svalg och matstrupe förs digestan vidare ner till magsäcken. Hos grisar fungerar magsäcken till stor del som en lagringsplats och endast en del av digestan bryts ner. En liten mikrobisk fermentering sker i början av magsäcken medan den gastriska digestionen sker mer mot slutet. Den delvis nedbrutna digestan hamnar sedan i tunntarmen där den största nedbrytningen och absorptionen av näringsämnen sker. När digestan når grovtarmen har redan de flesta näringsämnen absorberats (McDonald et al., 2002). De komponenter (kostfiber, lipider med hög smältpunkt och olösliga proteiner) som inte kunnat brytas ner i tunntarmen, liksom endogena sekretioner, blir näring åt mikroorganismer i grovtarmen. Under fermentationen i grovtarmen bildas, liksom i våmmen hos idisslare, flyktiga fettsyror och även en del vitaminer som absorberas och bidrar till grisens energiförsörjning (Wenk, 2001). Förutom detta är grovtarmen även viktig för upptag av bland annat vatten och joner (McDonald et al., 2002).

Kostfiber och grisens förmåga att utnyttja dessa

Definitionen av kostfiber

Hipsley (1953) myntade ordet kostfiber som en förkortning på de osmältbara beståndsdelarna av växtens cellväggar och sedan dess har definitionen modifierats flera gånger (Tungland & Meyer, 2002). Definitionen av kostfiber är omdebatterad men de flesta forskare använder antingen en kemisk eller fysiologisk definition. Enligt den fysiologiska definitionen är kostfiber ”de fiberkomponenter i växter som inte bryts ner av däggdjurs endogena enzymer”. Den kemiska definitionen av kostfiber är istället ”summan av non-starch polysaccharides (NSP) och lignin” (Knudsen, 2001). Det har även föreslagits att resistent stärkelse och resistent oligosackarider ska räknas som kostfiber (Champ et al., 2003). Kostfiber kan vara antingen lösliga eller olösliga beroende på deras löslighet i vatten. Till de olösliga hör cellulosa, hemicellulosa, lignin och resistent stärkelse medan pektiner, mucilage, beta-glukaner, inulin är lösliga och arabinoxylaner är delvis lösliga. Vete och råg innehåller mycket olösliga kostfiber medan lösliga kostfiber framförallt finns i ärt- och baljväxter men även i korn och havre (Lunn & Buttriss, 2007).

Grisars förmåga att utnyttja kostfiber

Det som skiljer enkelmagade djur från idisslare är bland annat att idisslare har evolverat ett system där mikrobiell fermentation av näringsämnen sker innan de kommer i kontakt med djurets endogena enzymer. De flyktiga fettsyror som bildas under fermentationen absorberas i våmmen och utnyttjas av idisslarna för deras energiförsörjning. (McDonald et al., 2002). Hästar, ett annat enkelmagat djur, är liksom idisslare utpräglade gräsätare med digestionssystem anpassat efter en kostfiberrik diet. Grisar är till skillnad från dessa mer utpräglade omnivorer och deras nedbrytning av kostfiber är liten i jämförelse. Hos grisar sker den största mikrobiella fermentationen av näringsämnen i grovtarmen. Där bryts kostfiber delvis ner med hjälp av mikrober och i jämförelse med andra näringsämnen har kostfiber en lägre smältbarhet. Smältbarheten för kostfiber är 40-60 % jämfört med andra näringsämnen som har en smältbarhet på över 80 %. Dock kan smältbarheten variera från allt mellan 0 för kostfiber med högt innehåll av lignin och olösliga fiber till 80-90 % för kostfiber med hög andel lösliga fiber och pektiner (Noblet & Goff, 2001). Smältbarheten påverkas bland annat av kostfiberkällan (Stanogias & Pearcet, 1985; Chabeauti et al., 1991; Mallillin et al., 2008), grad av lignifiering (Moore & Jung, 2001), dess löslighet (Nyman et al., 1986) samt ålder och kroppsvikt på grisen (Shi & Noblet, 1993).

Chabeauti et al. (1991) undersökte olika kostfiberkällors smältbarhet hos växande grisar. Det visade sig att smältbarheten var högst för betmassa och sojabönskal, följt av vetekli medan halm nästan var osmältbart. Även Stanogias & Pearcet (1985) påvisade skillnader i smältbarhet mellan olika kostfiberkällor. Där visade det sig att smältbarheten var högre för kostfiber från baljväxter (lusern, lupiner, ärter) än för kostfiber från spannmål (majs, havre och vete). Mallillin et al. (2008) fann även att rotfrukter hade högre smältbarhet jämfört med baljväxter. Dessa skillnader i smältbarhet beror troligen på kostfibernas fysiologiska och kemiska sammansättning där betmassa, sojabönskal och rotfrukter till stor del består av lösliga fiber såsom pektinämnen (Laplace et al., 1989; Noblet & Goff, 2001) medan vetekli och halm innehåller en väldigt liten andel lösliga fiber (Brillouet & Mercier, 1981). Pektinämnen främjar mikrobiell nedbrytning genom att underlätta för mikrober att fästa vid digestan. Dessutom gör pektinämnenas vattenhållande förmåga att digestan sväller och därmed ökar ytan och tillgängligheten för mikroberna (Noblet & Goff, 2001). Även innehållet

av lignin avgör smältbarheten av kostfiber. Lignin har en negativ effekt på smältbarheten av protein, kostfiber och andra kolhydrater genom att fungera som en barriär mot enzymer och mikroorganismer (Moore & Jung, 2001).

Grisens ålder och kroppsvikt har betydelse för hur bra kostfiber utnyttjas och suggor är bättre på att utnyttja kostfiber i foderstaten än slaktsvin (Shi & Noblet, 1993). Även här spelar kostfibrerkällan roll, där både suggor och slaktsvin utnyttjar vetekli, raps- och solrosfröskal samt halm dåligt medan smältbarheten för betmassa är hög hos båda. Däremot utnyttjar suggor majsfiber och lupinskal betydligt bättre än slaktsvin. Detta beror troligen på kostfibrerkällornas kemiska sammansättning. Vetekli innehåller en hög andel olösliga, lignifierade fiber vilka är resistenta mot nedbrytning i mag-tarmkanalen och lämnar därför lite utrymme för förbättring med åldern. Majsfiber är inte lika lignifierat som vetekli och utnyttjandet av majsfiber hos slaktsvin begränsas främst av polysackaridernas kemiska sammansättning samt av den mindre grovtarmen. Som tidigare nämnts innehåller betmassa mycket pektinämnen samt har en hög vattenhållande kapacitet och fermenteras därför lätt av mikroberna i grovtarmen (Noblet & Goff, 2001).

Hur påverkar kostfiber grisars välfärd?

Vad är djurvälfärd?

Det är svårt att hitta en övergripande definition av djurvälfärd på grund av olika subjektiva bedömningar och svårigheter att vetenskapligt mäta välfärd (Mason & Mendl, 1993). Forskare, konsumenter, jordbrukare och veterinärer kan ha väldigt olika syn på vad djurvälfärd är. Inte heller inom den vetenskapliga världen är man överrens och på grund av detta har det vuxit fram tre olika kategorier inom vilka djurvälfärd definieras; (1) biologisk funktion (2) känslor och (3) naturligt levnadsätt och/eller naturligt beteende (Webster, 2005).

Barnett et al. (2001) anser att biologisk funktion är avgörande för ett djurs välfärd. De medger att även andra åtgärder spelar roll i att hantera djurs välfärd men att försämrade välfärd alltid ska innebära följd effekter på till exempel tillväxt, reproduktion och hälsa. Dawkins (2004) anser att det bara finns två frågor som är nödvändiga att ställa när det gäller att bemöta djurs välfärd. Den ena frågan är: "Är djuret friskt?" och den andra är "Har djuret vad det vill ha?". Han anser också att båda frågor kan besvaras utifrån djurets beteende. Ett naturligt beteende kan definieras som ett beteende som ett djur är starkt motiverad att utföra och som har en funktionell återkoppling. Genom evolution har olika arter anpassat sina beteenden efter de miljöer de lever i för att öka sin fitness. Långlivade och långsamt reproducerande djur som människor är till exempel designade till att undvika att utsätta sig för allt för mycket sjukdomar och skador. Andra arter är mer anpassade till att maximera sin reproduktiva fitness och att använda mått på hälsa, livslängd och låga nivåer av stress, som för människor kan tyckas vara indikationer på välfärd, kan därför vara olämpligt för andra djur (Fraser, 2003). Bernard och Hurst (1996) anser därför att djurens välfärd bör bedömas på grundval om djuret har möjlighet att leva på det sätt som det via naturligt urval är designat att göra och hur omständigheter inkräktar på deras funktionella design. Duncan (1996) baserar sin definition av välfärd utifrån djurs subjektiva känslor, som rädsla och frustration. Han påstår att välfärd beror helt på ett djurs subjektiva känslor och att dessa känslor har evoluerats fram för att skydda dess primära behov.

De olika synsätten på välfärd har lett till olika försöksmetoder och olika sätt att bedöma djurvälfärd. Mätningar har gjorts på djurs fysiologi, deras känslor samt möjligheten att

uttrycka naturliga beteenden (Hewson, 2003). Fysiologiska mått på välfärd är exempelvis endorfiner, plasmakortisol och hjärtfrekvens (Broom, 1991). När ett djur har begränsad möjlighet att utföra naturliga beteenden, som djuret är starkt motiverad till att utföra, visar djuret vissa indikationer på välfärdsproblem som stereotypier (Jensen, 2006b). För att mäta känslor har man använt sig av resultat från beteendemässiga utfall som indikationer på frustration och rädsla (Hewson, 2003).

För att möta svårigheterna med att bedöma djurvälfärd är det därför nödvändigt att kombinera olika vetenskapliga metoder. Att bara använda en bild av djurvälfärd gör att man kan missa viktiga faktorer. Ett djur kan på grund av genetik och miljö ha perfekt hälsa även fast det mår dåligt mentalt. Dessutom kan parametrar som hjärtfrekvens och plasmakortisol vara svårtolkade då de kan öka både av positiva och negativa upplevelser. Att bara definiera välfärd efter ett djurs möjlighet att uttrycka naturliga beteenden innebär att man accepterar fysiologiskt och mentalt lidande som att frysa eller vara rädd. Dessutom behöver inte ett helt naturligt liv innebära välfärd eftersom det i naturen förekommer stressfaktorer som rovdjur och strängt väder (Hewson, 2003).

Grisens naturliga diet och födosöksbeteenden

Grisar härstammar från vildsvinen och tillhör liksom nötkreatur de partåiga hovdjuren. Dessa har sitt ursprung från små djur som levde på löv, rötter och en del animalisk föda. Till skillnad från de andra partåiga hovdjuren som utvecklades till växtätare behöll många av svindjuren sitt ganska breda val av föda. Grisars tryne är anpassat efter att böka och söka efter föda i jorden (Jensen, 2006a). Till dieten hör bland annat växter, rotknölar, rötter, gräs, knoppar och löv. De äter även en del smådjur som fåglar, grodor, sniglar, maskar samt ägg och kadaver (Hafez, 1975). Stolba och Wood-Gush (1989) visade att domesticerade grisars beteende i semi-naturliga system till stor del liknar vildsvinens. De spenderade den största delen av dagen åt födosöksrelaterade beteenden som att böka och beta. Vilda grisar söker efter föda med familjegruppen i stora, utbredda hemområden. De söker föda antingen i närheten av deras boplatser, utforskar nya områden eller återbesöker tidigare lönsamma foderområden (Held et al., 2005).

Kostfibers betydelse för suggors välfärd

Grisars levnadssätt har förändrats på grund av avel och en allt mer intensiv produktion. Genom avel har man fått fram mer önskvärda egenskaper för human matproduktion som snabb tillväxt och högavkastande slaktkroppar. I samband med avel för snabb tillväxt har även grisarnas aptit ökat, vilket främst är ett problem hos dräktiga suggor (Bekoff et al., 1998). För att förebygga fetma och reproduktionsstörningar samt för att minimera foderkostnader utfodras dräktiga suggor oftast restriktivt. Fodergivorna ligger då normalt på mellan 2 och 2,5 kg vilket innebär att suggorna bara äter 50-60 % av vad de äter vid fri tillgång på foder (Mroz & Tarkowski, 1991). De låga fodergivorna gör även att suggorna äter upp fodret på bara några minuter (Brouns et al., 1994). Trots att fodret innehåller tillräckligt med energi för underhåll och reproduktion känner suggan ingen mättnad en stor del av dagen (Lawrence et al., 1988). Lawrence och Terlouw (1993) argumenterar för att näringsintagets negativa feedback på hungerskänslan inte kan upphäva den positiva feedbacken som sker under foderintagets initiala del vilket leder till att motivationen att äta är ännu högre efter en utfodring än innan (Wiepkema, 1971).

De låga fodergivorna är kopplade till utvecklingen av stereotypier, som rörbiting och vakuumbuggning, hos suggor. Stereotypier är beteenden utan någon uppenbar funktion som utförs uppreparande och i en specifik ordning (Wiepkema, 1987; Terlouw et al., 1993; Robert et

al., 1993; Spoodler et al., 1995; Whittaker, 1998). Dessa beteenden blir mer fixerade med tiden och äldre suggor visar mer stereotypa beteenden än yngre (Stolba et al., 1983). Förekomsten av stereotypa beteenden anses reflektera hög motivation att äta efter utfodring och tolkas ofta som en indikation på nedsatt djurvälstånd (Wiepkema, 1987). Det har föreslagits att den restriktiva fodergivan, i kombination med en minskad förmåga att uttrycka naturliga födosöksbeteenden, kan vara en av orsakerna (Lawrence & Terlouw, 1993; Spoodler et al., 1995). Även aggressiva beteenden har setts hos suggor som hålls i grupp och har kopplats till både mängden foder och utfodringsmetoden (Hsia et al., 1991; Jensen et al., 2000).

Aptitreglering

I det centrala nervsystemet (CNS) samlas information om kroppens status via sensoriska celler som jämförs med en referensimpuls. Om den inkommande impulsfrekvensen inte stämmer överrens med denna referensimpuls signalerar CNS till olika delar av kroppen för att återställa kroppens homeostas (Wiepkema, 1987). När det gäller regleringen av foderintag kan detta leda till sökande efter föda, att äta och smälta maten samt metabolisering och lagring av näringsämnen (De Leeuw, 2004).

Innan ett djur börjar äta regleras aptiten av sensoriska celler som reagerar på visuella signaler liksom på smak och lukt. Under måltiden aktiveras positiva feedbackmekanismer som gör att när en måltid påbörjas ökar motivationen att inta mer föda (Wiepkema, 1971). Om djuret äter mat som är välsmakande ökar intaget av föda medan intaget reduceras om djuret ogillar maten. Hos råttor och människor har man även visat att intaget kan reduceras genom att erbjuda en måltid som är enhetlig i smaken (Treit et al., 1983; Rolls & Rolls, 1997). Att erbjuda suggor ett enda foder skulle därför kunna öka den sensoriska mättnaden (De Leeuw, 2004). Även foder som äts långsamt och som måste bearbetas mekaniskt genom att tugga kan öka den sensoriska mättnaden och reducera foderintag (Rolls & Rolls, 1997).

När maten når magen reagerar sträckkänsliga receptorer, så kallade mekanoreceptorer på att magsäcken blir utspänd (Janowitz & Grossman, 1949). Det skickas då signaler till CNS som stimulerar mättnad (Gonzalez & Deutsch, 1981). Ett foder med stor volym (bulk) skulle därför kunna reducera foderintag och stimulera mättnad via mekanoreceptorerna. I magen finns även kemoreceptorer som känner av koncentrationen av näringsämnen och stimulerar sekretion av hormoner som påverkar mättnadskänslan (Gonzalez & Deutsch, 1981). Fett och fettsyror stimulerar sekretion av hormonet cholecystokinin (CCK) vilket stimulerar mättnad (Wank, 1995). Andra hormoner som också stimulerar mättnad är gastrin-releasing peptide (GRP), somatostatatin, peptid tyrosin-tyrosin (PYY) och glucagon-like peptide 1 (GLP-1). De två senare reglerar mättnad genom att reducera passagehastigheten (Tso et al., 1999). Sekretion av dessa hormon bör göras utan att öka näringsintaget då t.ex. fett samtidigt kan bidra till en hög fettdeposition hos suggan. Ett foder som förlänger tiden då näringsämnen är i kontakt med kemoreceptorerna är därför mer motiverat än ett foder med hög koncentration av näringsämnen (De Leeuw, 2004).

Även cirkulerande näringsämnen i blodet kan reglera aptiten. Eftersom glukos är den viktigaste källan till energi för hjärnan är det viktigt att det finns tillräckligt med glukos i blodet. Det har visats att kortvariga nedgångar av koncentrationen av glukos i blodet föregår frivilligt intag av foder hos råttor. Att injicera glukos intravenöst före en måltid för att blockera denna nedgång av glukos begränsar foderintaget (Campfield et al., 1996). Trots att koncentrationen av glukos i blodet kan öka genom att ta från kroppsreserver kan tillfälligt låga glukoskoncentrationer i blodet orsaka hunger hos suggan (De Leeuw, 2004). Även fettdepåer i kroppen är involverad i aptitregleringen. Enligt lipostatteorin skickas signaler till

CNS när kroppens fettdepåer ökar (Kennedy, 1953). Hormonet leptin som frisätts från fettceller till blodet är troligen viktig i regleringen av kroppsvikt (Zang et al., 1994). Denna mekanism kan vara viktig i en långvarig reglering av kroppsvikt men måste även integrera med kortsiktiga regleringsmekanismer (Sjaastad et al., 2003).

Mättnad kan alltså stimuleras genom att (1) förlänga ät- och tuggtid, (2) öka/förlänga magsäckens uttöjning och därmed stimuleringen av mekanoreceptorer, (3) öka/förlänga näringsämnenas kontakt med kemoreceptorer och därmed även stimulera hormonsekretion eller (4) genom att förlänga perioden för energiförsörjning mellan två måltider (De Leeuw, 2004).

Mäta motivationen att äta

I vetenskapliga studier är det vanligt att använda olika grad av kvantitativ restriktion för att bekräfta indikationer på mättnad eller hunger. Dessa indikationer används sedan för att jämföra den restriktiva dieten med alternativa dieter, som till exempel kostfibrerrika dieter (D'Eath et al., 2009). Förändring i beteende kan vara en av indikationerna man använder för att mäta hur motiverad ett djur är att äta. Som tidigare nämnts riktar restriktivt utfodrade suggor olika orala beteenden gentemot golv, halm och diverse boxinredningsdetaljer vilket anses reflektera en otillfredsställd motivation att äta och utföra födosöksbeteenden. Även vakuamtuggning och att nosa på t.ex. golv och i halm anses reflektera en otillfredsställd motivation (Zonderland et al., 2004).

Stereotypier skulle kunna reflektera brist på mättnad eftersom de uppvisas i nära relation med utfodring, och speciellt kort efter (Terlouw et al., 1993), samt att både utfodringsnivå och kostfibrerrika dieter har visats kunna reducera dessa beteenden (Brouns et al., 1994; Bergeron et al., 2000). Undersökningar har visat att när grisar utfodras restriktivt ökar bökning i strömmaterial (Day et al., 1995; Beattie & O'Connell, 2002) vilket indikerar att även detta beteende kan användas som indikationer på hunger. När strömmaterial inte finns tillgänglig verkar substratriktad manipulering ersättas av oral manipulation av inredning (Whittaker et al., 1998; De Leeuw & Eckel 2004). Därför skulle även dessa beteenden kunna användas som indikationer på hunger eller mättnad. Förutom stereotypa beteenden, bökning och manipulativa beteenden kan också fysisk aktivitet reflektera mättnad. Det har visats att när fodertillgången är begränsad ökar grisarnas aktivitet (Day et al., 1995; Beattie & O'Connell, 2002) vilket överrensstämmer med att förflyttning är en del av grisars födosöksbeteenden (Stolba & Wood-Gush, 1989). En ökad aktivitet kan dock även indikera att grisarna blir sysselsatta med annat än att till exempel ligga i djupströbädden och kan leda till reducering av aggressiva beteenden (Høøk Presto et al., 2009).

Zonderland et al. (2004) undersökte vilka beteenden som skulle kunna användas för att mäta mättnad hos grupphållna dräktiga suggor. Deras slutsats var att åtminstone aktivitet, självriktade beteenden (leka med tungan i samband med vakuamtuggning, endast vakuamtuggning samt att gnissla med tänderna) och substratriktade beteenden (slicka/bita/böka i substrat) kan användas i framtida etologiska studier av mättnad hos grupphållna suggor. Till skillnad från stereotypier som främst verkar uppvisas direkt efter en måltid (Terlouw et al., 1993) kan ökad fysisk aktivitet, bökning samt manipulativa orala beteenden uppkomma både direkt och flera timmar efter en utfodring. På grund av detta skulle dessa beteenden även kunna reflektera en långvarig mättnadskänsla (De Leeuw et al., 2008).

De flesta studier som berör kostfiber och mättnad har använt sig av dessa beteenden för att bedöma djurvälstånd. Indikationer på mättnad kan även mätas genom motivationsstudier eller fysiologi. Motivationen att äta kan mätas genom konsumtionshastigheten när tiden ett djur

tillåtits äta eller mängden foder varit begränsad, kompensationsätning där djuret får fri tillgång på foder några dagar efter en restriktiv utfodring eller genom operativ konditionering där djuret kan få tillgång till extra mat genom att trycka på till exempel en knapp (D'Eath et al., 2009).

Kostfiber och mättnad

Teoretiskt skulle välfärden hos dräktiga suggor kunna förbättras genom att antingen erbjuda grisen möjlighet att uttrycka naturliga födosöksbeteenden eller genom att reducera motivationen att äta (Lawrence & Terlouw, 1993). Att utfodra suggor med stora mängder foder för att stimulera nutritionell mättnad har visats reducera stereotypier samt motivationen att äta (Bergeron et al., 2000). Däremot associeras detta även med ett högre närings- och energiintag vilket orsakar oönskad fetma hos suggan (Brouns et al., 1995). En ökad fettdeposition kan i sin tur leda till reproduktionsproblem och en minskad överlevnad hos smågrisarna (Dourmad et al., 1994). Fri tillgång på foder är bara ett alternativ när foderstaten innehåller ingredienser som reducerar saggans frivilliga intag till ett acceptabelt energiintag. Brouns et al. (1995) visade att betmassa, i jämförelse med andra kostfiberkällor, kan reducera saggors intag av energi till acceptabla nivåer vid fri tillgång. Saggorna som utfodrades med betmassa ökade bara 2,2 kg jämfört med en viktuppgång på 39,2-47,7 kg för suggor som utfodrades med andra kostfiberkällor.

Flera studier har visat att foderstater som innehåller en hög koncentration av kostfiber kan reducera aktivitet och stereotypa beteenden tiden mellan utfodringar hos suggor med restriktiv foderstat vilket troligen beror på ökad mättnadskänsla (Robert et al., 1993; Brouns et al., 1994; Robert et al., 1997; Bergeron et al., 2000). I en studie av Holt et al. (2006) påverkade dock en kostfiberrik diet inte förekomsten av stereotypier. Andra faktorer än kostfiber kan ha påverkat resultatet där samtliga som påvisade skillnader i stereotypier använde sig av gyltor (Robert et al., 1993; Brouns et al., 1994; Robert et al., 1997; Bergeron et al., 2000) medan Holt et al. (2006) använde äldre suggor som redan grisat mellan en och sex gånger tidigare. Kostfiberrika dieter måste bearbetas mekaniskt och äts därför långsammare (Robert et al., 1993; Brouns et al., 1994). Det har föreslagits att en del av kostfiberdieters effekt på stereotypier kan vara ett resultat av denna förlängda ättid, men när man korrigerat för ättiden observeras ändå en signifikant skillnad i stereotypa beteenden (Robert et al., 1993; Robert et al., 1997; Bergeron et al., 2000).

Robert et al. (1997) visade att bulkiga kostfiber kan reducera stereotypa beteenden. De använde sig av havrebaserade dieter för att få ökad bulk och fann att dieter med både lågt och högt energiinnehåll reducerade stereotypier strax efter en måltid. Dock hade bara dieten med högt energiinnehåll en långsiktig effekt då grisar som utfodrades med lågenergidieten uppvisade stereotypa beteenden några timmar senare, i väntan på nästa måltid. Detta indikerar att bulkiga dieter kan reducera kortsiktig motivation att äta men långsiktigt kan bara en kombination av både bulk och energi ha effekt.

Långsiktiga effekter av kostfiber har setts vid utfodring av dieter som innehåller stora mängder viskösa, lösliga fiber som betmassa. Förutom ökad magsäcksfyllnad på grund av bulk och en hög vattenlöslighet kan betmassa även reducera digestans passagehastighet och fördröja näringsabsorption. Viskösa lösliga fiber fermenteras lätt av mikroorganismer i grovtarmen och förser därför saggan med energi i form av flyktiga fettsyror (De Leeuw et al., 2004). Whittaker et al. (1998) observerade att betmassa tenderade att minska tiden då suggor manipulerade substrat annat än halm flera timmar efter utfodring jämfört med en lågkostfiberdiet. De drog slutsatsen att fermentationsprocesser kan ha varit orsaken till den förlängda mättnadskänslan. De Leeuw et al. (2004) fann att betmassa stabiliserade glukos-

och insulinnivåer samt reducerade saggors aktivitet flera timmar efter utfodring och att detta skulle kunna indikera långsiktig mättnadskänsla. Eftersom fermentation i grovtarmen kan ske flera timmar efter en måltid skulle flyktiga fettsyror kunna tillföra saggan energi vid tillfällen då koncentrationen av glukos i tarmen minskar (Rérat, 1996). Därför kan det, förutom en diets bulk och förlängd ättid, även vara viktigt med en förlängd energitillförsel genom en reducerad passagehastighet, en fördröjd näringsabsorption samt ökad fermentation (De Leeuw, 2004).

Kostfiber och naturligt beteende

Grisar bökar för att hitta mat, men trots en avsaknad på nutritionell feedback utför grisar i modern produktion ändå bökbeteenden. Detta tyder på att grisar har ett inneboende behov av att böka (Beattie & O'Connell, 2002). Eftersom grisar spenderar en stor del av sin tid på födosöksbeteenden under naturliga förhållanden kan det vara viktigt att tillåta grisarna att uttrycka dessa beteenden även under intensiv produktion. Grisar i en seminaturlik miljö visade inga stereotypa beteenden trots att tillgången på foder var begränsad (Stolba & Wood-Gush, 1989). Undersökningar har visat att halm som strömateriel reducerar stereotypa och orala manipulativa beteenden hos saggor (Spoodler et al., 1995; Whittaker et al., 1998). Dock verkar intensiv manipulation av inredningen ersättas av intensiv manipulering av halm. Det är därför osäkert om att böka i halm verkligen speglar en förbättrad välfärd då det också kan vara en form av stereotypt beteende (Whittaker et al., 1998). Spoodler et al. (1996) visade däremot en lägre stressnivå hos saggor med hög fodernivå samt tillgång till halm jämfört med saggor med hög fodernivå utan tillgång till halm. Detta skulle kunna indikera att saggor med tillgång till halm är mer tillfredsställda beteendemässigt.

Kostfibers betydelse för välfärd hos slaktsvin

Av ekonomiska skäl är det inte motiverat att utfodra slaktsvin med kostfiberdieter eftersom det är önskvärt med ett maximalt utnyttjande av näringsämnen och energi i fodret (Wenk, 2001). För slaktsvin har intresset varit mer inriktat på att erbjuda bökningsmateriel i form av grovfoder som hö eller halm snarare än att tillsätta kostfiber i foderstaten för att förbättra välfärden (Jordan et al., 2008). För att ett berikningssubstrat ska vara bra och för att stimulera grisarna att utföra födosöksbeteenden måste substratet vara komplext, föränderligt, förstörbart samt ätbart (Studnitz et al., 2007). Alla dessa egenskaper finns hos grovfoder som hö, halm och ensilage av olika slag.

Enligt svensk lag (SFS, 1988) ska grisar ha tillgång till strö av halm eller annat jämförbart materiel. I många andra länder hålls dock slaktsvin vanligen i en intensiv och karg miljö, ofta på spaltgolv. Om grisar saknar substrat för att utföra naturliga födosöksbeteenden riktar grisar ofta dessa beteenden mot materiel som inredning och andra grisar (Beattie et al., 2001; O'Connell et al., 2004). Att använda hö eller halm som berikningsmateriel innebär dock problem för intensiva produktionssystem med spaltgolv. Där finns det en risk för att materialet blockerar utgödslingssystemet och halm eller hö som berikning används därför inte (Jordan et al., 2008). Jordan et al. (2008) visade att små mängder hö eller halm i foderhäckar både erbjuder grisarna sysselsättning samtidigt som det inte orsakar några problem i utgödslingen. Både hö och halm ökade ättiden samtidigt som det reducerade aggressioner och manipulation av inredning. Försöket visade att även små mängder hö eller halm förbättrar grisarnas välfärd och att detta är ett billigt och effektivt sätt att sysselsätta grisar på utan att det har negativa effekter på produktionsegenskaper.

I ekologisk grisproduktion i Sverige ska förutom strö av halm även grovfoder ingå i foderstaten. Grovfoder har positiv inverkan på grisars välfärd genom att reducera aggressiva

beteenden till följd av ökad sysselsättning (Olsen, 2001; Høøk Presto et al., 2009). Även i produktionssystem där slaktsvin har tillgång till rikligt med halm reducerar utfodring av grovfoder grisars orala beteenden mot inredning och andra grisar (Olsen, 2001).

Diskussion

I och med svårigheter att definiera djurvälstånd vägas troligen olika forskare av sin egen syn på djurvälstånd och gör tolkningar därefter. Tolkningarna kommer dock troligen ofta sammanstråla eftersom hälsa, naturligt levnadssätt och att ett djur är känslomässigt tillfreds i många fall går hand i hand. Detta är däremot inte alltid fallet, speciellt inte när det kommer till situationer som rör utfodring. Utifrån de tre kategorierna av djurvälståndsdefinitioner diskuterade tidigare skulle en person som tolkar välfärd enligt hälsa kan anse att dräktiga suggor har tillräckligt bra välfärd eftersom en restriktiv utfodring är associerat med optimal hälsa (Kasanen et al., 2010). Fodergivor till slaktsvin täcker deras näringsbehov och skulle därför enligt denna kategori ha god välfärd. Däremot består grisars bökbeteende av både beteenden som att äta och att utforska (Olsen et al., 2000). En person som definierar välfärd efter naturligt liv och/eller beteende, skulle därför anse att grisar vars näringsmässiga behov är tillfredsställt ändå kan ha dålig välfärd om djuret inte har möjlighet att uttrycka naturliga födosöksbeteenden. Däremot kanske personen håller med om att en viss restriktiv utfodring borde appliceras eftersom ett djur i naturen inte har tillgång till ett överflöd av mat. Enligt kategorin ”känslor” är restriktiv utfodring ett välfärdsproblem eftersom det troligen genererar hungerskänslor vilket uppenbarligen är en negativ känsla.

Enda fallet där restriktiv utfodring skulle kunna anses förbättra ett djurs välfärd är om djuret förväntas leva så länge att de till slut påverkas negativt av en fri tillgång på foder eller när djuret har en så stark motivation att äta att fri tillgång på foder skadar deras välfärd även på kort sikt (Kasanen et al., 2010). För suggor är fri tillgång på konventionellt foder associerat med en ökad fettdeposition (Brouns et al., 1995) vilket i sin tur kan leda till reproduktionsproblem och ett ökat antal döda smågrisar (Dourmad et al., 1994). På grund av högre foderkostnader är det troligen inte heller ekonomiskt motiverat med fri fodertillgång. Att istället ge en kvalitativ restriktion av foder, det vill säga ett foder som har lägre energiinnehåll men som erbjuds i stor mängd eller fri tillgång skulle kunna vara ett alternativ (D’Earth et al., 2009).

Att inkludera kostfibrerika fodermedel i foderstaten skulle kunna vara ett sätt att erbjuda grisarna mer foder samtidigt som energirestriktionen bibehålls. Mättnad kan stimuleras genom att (1) förlänga ät- och tuggtid, (2) öka/förlänga magsäckens uttöjning och därmed stimuleringen av mekanoreceptorer, (3) öka/förlänga näringsämnenas kontakt med kemoreceptorer och därmed även stimulera hormonsekretion eller (4) genom att förlänga energiförsörjningen perioden mellan två måltider. Teoretiskt skulle därför kostfibrerika dieter med en kombinerad effekt av hög bukfullnad, reducerad passagehastighet, fördröjd absorption samt ökad fermentation vara goda kandidater för att öka mättnadskänslan hos suggor utan att öka energiintaget (De Leeuw, 2004). Det totala innehållet av kostfiber i foderstaten har reducerat aktivitet och stereotypa beteenden vilket tyder på mer tillfredställda grisar, både beteendemässigt och gällande mättnad. Kostfibers effekt på långsiktig mättnad och välfärd verkar däremot bero på olika kostfibers specifika egenskaper. Bulkiga kostfiber som vetekli eller hö verkar bara ha en kortsiktig effekt på mättnad medan viskösa, lösliga fiber som betmassa fermenteras i grovtarmen och skulle kunna erbjuda en mer långsiktig mättnad. Betmassa har även visats reducera suggors intag av energi till acceptabla nivåer vid fri tillgång till foder och är därför ett bra fodermedel för suggor under dräktigheten.

De flesta av studierna som studerat kostfibers betydelse för grisars välfärd använder beteendemässiga indikationer på djurvälfärd och stereotypier verkar vara särskilt populärt. Stereotypier anses vara ett tecken på försämrad djurvälfärd (Wiepkema, 1987) och att utfodra suggor med kostfibrerrika dieter har visats reducera stereotypa beteenden (Robert et al., 1993; Brouns et al., 1994; Robert et al., 1997; Bergeron et al., 2000). Trots att denna reduktion skulle kunna bero på ökad ättid har studier som korrigerat för ättiden visade ändå en signifikant reduktion av stereotypa beteenden (Robert et al., 1993; Robert et al., 1997; Bergeron et al., 2000). Ingen skillnad i stereotypier mellan kostfiberdieten och kontroldieten påvisades endast i en studie där de dessutom använt sig av äldre suggor som hade sin andra upp till sjunde kull. Robert et al. (1993) visade nämligen att antalet suggor som utförde stereotypa beteenden ökade med antalet grisningar och att effekten av kostfiber på stereotypier är störst om de utfodras med det under en längre tid, det vill säga från och med deras första dräktighet. Anledningen till att ingen skillnad påvisades för Holt et al. (2006) skulle därför kunna bero på att stereotypierna blivit fixerade (Stolba et al., 1983) och därmed ingår i suggornas beteendepertoar trots förbättrad välfärd.

Troligen är utvecklingen av stereotypier hos dräktiga suggor starkt kopplad till motivationen att äta eftersom dräktiga suggor främst utvecklar stereotypa beteenden när tillgången på foder är begränsad. Eftersom stereotypier framför allt uppkommer direkt efter utfodring (Terlouw et al., 1993) är en reduktion av dessa beteenden troligen bara indikationer på kortsiktig mättnad. Andra beteenden som inaktivitet och en reduktion av manipulation av inredning och substrat skulle kunna vara indikationer på mer långsiktig mättnad. En ökad aktivitet har associerats med en hög motivation att äta hos suggor och reflekterar troligen en födosöksrespons på grund av foderrestriktionen (D'Eath et al., 2009). En sugga som blir restriktivt utfodrad visar antagligen en ökad aktivitet på grund av otillräcklig feedback på mättnadskänslan. Hon ägnar sig då åt födosöksbeteenden och stereotypier i större utsträckning än en sugga som är mer fysiologiskt mätt genom tillgång till kostfiber i foderstaten. Däremot har grisar ett behov av att utforska sin omgivning och att söka efter föda. En ökad aktivitet indikerar då att grisarna blir sysselsatta med annat istället för att bråka eller bara ligga i djupströbädden vilket även har ett stort värde i djurvälfärden (Høøk Presto et al., 2009).

Att använda stereotypier som ensamt mått på välfärd kan vara missvisande då det även finns bevis på att stereotypier inte behöver betyda nedsatt välfärd. Stereotypier behöver till exempel inte betyda att djuret är stressat just nu utan reflektera att djuret någon gång i livet varit utsatt för stress (Duncan & Wood-Gush, 1972). Dessutom kan stereotypier vara ett sätt för djuret att handskas med sin situation och om man förhindrar ett djur från att utföra en stereotypi leder det ofta till att plasmakortisolhalten ökar (Jensen, 2006b). Däremot är troligen produktionssystem som leder till stereotypier sämre än produktionssystem som inte gör det. De djur som inte utför stereotypier i dessa system skulle kunna lida mer än de som utför stereotypierna eftersom stereotypier verkar vara ett sätt att hantera situationen på. Därför bör man inte heller göra antagandet att grisar som inte utför stereotypier har god välfärd. Att kombinera beteendemässiga indikationer på djurvälfärd med till exempel mätningar på stresshormoner som kortisol skulle kunna reda ut frågan när beteendet inte är avgörande. Kostfibrerrika strömedel som halm eller hö skulle kunna tillfredsställa grisars behov att uttrycka födosöksbeteenden som att böka och tugga. Flera undersökningar har visat att halm reducerar stereotypa eller manipulativa beteenden hos både suggor och slaktsvin (Spoodler et al., 1995; Whittaker et al., 1998; Jordan et al., 2008). Det går däremot inte att dra en slutsats ifall manipulation av halm istället för manipulation av inredning indikerar en förbättrad välfärd (Whittaker et al., 1998). Om grisarna är fysiologiskt hungriga och motiverade att äta skulle välfärden kanske tvärtom försämrats genom att grisarna känner en frustration över att inte finna någon mat, vilket ju är målet med födosöksbeteenden. I försöket mättes inte

stressparametrar som kortisol vilket skulle kunna reda ut frågan (Whittaker et al., 1998). Det gjorde däremot Spoodler et al. (1996) och suggor med hög fodernivå samt tillgång till halm hade en lägre stressnivå än grisar med hög fodernivå utan tillgång till halm. Detta skulle kunna betyda att suggor med höga fodernivåer men utan tillgång till halm ändå känner obehag och att välfärden för fysiologiskt mätta suggor kan förbättras ytterligare genom ett bökmaterial.

Få studier på slaktsvin har gjorts angående kostfibers betydelse för välfärden vilket kan bero på att kostfiber begränsar upptaget av näringsämnen vilket sänker foderutnyttjandet och begränsar en maximal tillväxt (Wenk, 2001). Slaktsvins främsta uppgift i livet är att växa och utnyttja fodret så effektivt som möjligt medan en sugga ska hålla flera år för att producera livskraftiga smågrisar vilket troligen bidragit till att de flesta studier gjorts på suggor. Studier med grovfoder till slaktsvin har dock visat att grovfoder förbättrar grisarnas välfärd genom att reducera aggressiva beteenden (Olsen, 2001; Høøk Presto et al., 2009). Aggressiva beteenden mot andra grisar påverkar både grisarnas välfärd och bondens ekonomi negativt. Det är däremot tveksamt ifall dessa beteenden går att undvika helt och hållet i inomhussystem eftersom grisarna är instängda på en begränsad yta med begränsade möjligheter att utföra födosöksbeteenden jämfört med naturliga förhållanden.

Kostfiber har även andra positiva effekter, som detta arbete inte berört, som förbättrad tarmhälsa (Wenk, 2001). Fler studier på betydelsen av att använda grovfoder även till konventionella slaktsvin behövs. Hur mycket grovfoder, och vilka man skulle kunna inkludera i foderstaten för att öka välfärden utan att samtidigt få större negativa effekter på produktionsegenskaper, är frågor som behöver bli utredda. Kanske grovfoder även har möjligheten att kompensera för till exempel sämre tillväxt genom att reducera foder- och veterinärkostnader. Hos äldre slaktsvin skulle grovfoder även kunna förse grisen med en betydande del energi.

Slutsats

Att öka foderstatens totala innehåll av kostfiber har reducerat stereotypa och onormala beteenden vilket indikerar mer tillfredsställda grisar när det gäller mättnad och förmågan att utföra födosöksbeteenden. Effekt på långsiktig mättnad uppfylls däremot enbart då mängden lösliga kostfiber i foderstaten ökas.

Att bara använda ett mått när man bedömer djurvälfärd gör troligen att man missar andra indikationer på nedsatt djurvälfärd. Beteendemässiga indikationer bör därför kombineras med andra mått på djurvälfärd, speciellt när beteendet inte är avgörande. Förekomsten av stereotypier är inget bra mått om man vill mäta långsiktig mättnad men är ändå indikationer på att produktionssystemet kommer i konflikt med grisarnas välfärd.

Till slaktsvin ges grovfoder främst som berikningsmaterial men skulle kunna inkluderas i foderstaten för att ytterligare öka djurvälfärden. Fler studier behöver göras för att klargöra relationen mellan grisars beteende och mättnad samt på vilket sätt man ska öka inblandning av kostfiber i foderstaten för att förbättra djurvälfärden.

Referenser

- Barnett, J.L., Gemsworth, P.H., Cronin, G.M., Jongman, E.C., Hutson, G.D. 2001. A review of the welfare issues for sows and piglets in relation to housing. *Australian Journal of Agricultural Research* 52, 1-28.
- Beattie, V. E., Sneddon, I. A., Walker, N., Weatherup, R. N. 2001. Environmental enrichment of intensive pig housing using spent mushroom compost. *Animal Science* 72, 35-42.
- Beattie, V.E., O'Connell, N.E. 2002. Relationship between rooting behaviour and foraging in growing pigs. *Animal Welfare* 11, 295-303.
- Bekoff, M., Meaney, C., Goodall, J. 1998. Encyclopedia of animal welfare and rights. In: Encyclopedia of animal rights and animal welfare (eds Bekoff, M.), 272. Greenwood Publishing Group, Incorporated.
- Bergeron, R., Bolduc, J., Ramonet, Y., Meunier-Salün, M.C., Robert, S. 2000. Feeding motivation and stereotypies in pregnant sows fed increasing levels of fibre and/or food. *Applied Animal Behaviour Science* 70, 27-40.
- Brillouet, J.M., Mercier, C. 1981. Fractionation of wheat bran carbohydrates. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 32, 243-251.
- Broom, D.M., 1991. Animal welfare: concepts and measurement. *Journal of Animal Science* 69, 4167-4175.
- Brouns, F., Edwards, S.A. & English, P.R. 1994. Effect of dietary fibre and feeding system on activity and oral behaviour of group housed gilts. *Applied Animal Behaviour Science* 39, 215-223.
- Brouns, F., Edwards, S.A., English, P.R. 1995. Influence of fibrous feed ingredients on voluntary intake of dry sows. *Applied Animal Science and Technology*, 54, 301-313.
- Campfield, L.A., Smith, F.J., Rosenbaum, M., Hirsch, J. 1996. Human eating: Evidence for a physiological basis using a modified paradigm. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews* 20, 133-137.
- Chabeauti, E., Noblet, J., Carré, B. 1991. Digestion of plant cell walls from four different sources in growing pigs. *Animal Feed Science and Technology* 32, 207-213.
- Champ, M., Langkilde, M.A., Brouns, F., Kettlitz, B., Collet, Y. 2003. Advances in Dietary Fibre Characterisation. 1. Definition of Dietary Fibre, Physiological Relevance, Health Benefits and Analytical Aspects. *Nutrition Research Reviews* 16, 71-82.
- Dawkins, M. 2004. Using behaviour to assess animal welfare. *Animal Welfare* 13, 3-7.
- Day, J., Kyriazakis, I., Lawrence, A. 1995. The effect of food-deprivation on the expression of foraging and exploratory behaviour in the growing pig. *Applied Animal Behaviour Science* 42, 193-206.
- D'Eath, R., Tolkamp, B., Kyriazakis, I., Lawrence, A. 2009. 'Freedom from hunger' and preventing obesity: the animal welfare implications of reducing food quantity or quality. *Animal behaviour* 2, 275-288.
- De Leeuw, J.A. 2004. Stimulation of behavioural and nutritional satiety in sows. Ph.D. Thesis, Wageningen Institute of Animal Science, Wageningen University, Wageningen, The Netherlands.
- De Leeuw, J.A., Ekkel, E.D. 2004. Effects of feeding level and the presence of a foraging substrate on the behaviour and stress physiological response of individually housed gilts. *Applied Animal Behaviour Science* 86, 15-25.
- De Leeuw, J.A., Jongbloed, A.W., Verstegen, M.W.A. 2004. Dietary fibre stabilizes blood glucose and insulin levels and reduces physical activity in sows. *The Journal of Nutrition* 134, 1481-1486.
- De Leeuw, J.A., Bolhuis, J.E., Bosch, G., Gerrits, W.J.I. 2008. Effects of dietary fibre on behaviour and satiety in pigs. *Proceedings of the Nutrition Society* 67, 334-342.
- Dourmad, Y.J., Etienne, M., Prunier, A., Noblet, J. 1994. The effect of energy and protein intake of sows on their longevity: a review. *Livestock Production Science* 40, 87-97.

- Duncan, I.J.H., Wood-Gush, D.G.M., 1972. Thwarting of feeding behaviour in the domestic fowl. *Animal Behaviour* 20, 444-451.
- Duncan, I. J. H. 1996. Animal welfare defined in terms of feelings. *Acta Agricultura Scandinavica, Section A, Animal Science, Supplementum* 27, 29-35
- Fraser, D. 2003. Emerging animal welfare standards and their implications for animal hygiene. *Proceedings, XI International Congress in Animal Hygiene* 1, 61-66.
- Gonzalez, M.F., Deutsch, J.A. 1981. Vagotomy abolishes cues of satiety produced by gastric distension. *Science* 212, 1283-1284.
- Hafez, E.S.E. 1975. The behaviour of swine. In: *The behaviour of domestic animals*. Baillière Tindall, London, UK.
- Held, S., Baumgartner, J., KilBride, A., Byrne, R.W., Mendl, M. 2005. Foraging behaviour in domestic pigs (*Sus scrofa*): remembering and prioritizing food sites of different value. *Animal Cognition* 8, 114-121.
- Hewson, C.J. 2003. What is animal welfare? Common definitions and their practical consequences. *The Canadian Veterinary Journal* 44, 496-499.
- Hipsley, E.H. 1953. Dietary "fiber" and pregnancy toxemia. *British Medical Journal* 2, 420-422.
- Holt, J.P. Johnston, L.J. Baidoo, S.K., Shurson, G.C. 2006. Effects of a high-fiber diet and frequent feeding on behaviour, reproductive performance, and nutrient digestibility in gestating sows. *Journal of Animal Science* 84, 946-955.
- Hsia, L.C., Weng, R.C., Chen, C.H., Wang, C.P., Li, Y.L. 1991. The effect of pen design and feeding level on dry sow behaviour. *Journal of the Chinese Society of Animal Science* 20, 443-454.
- Høøk Presto, M., Algers, B., Persson, E., Andersson, H.K. 2009. Different roughages to organic growing/finishing pigs - Influence on activity behaviour and social interactions. *Livestock Science* 123, 55-62.
- Janowitz, H.D., Grossman, M.I. 1949. Some factors affecting the food intake of normal dogs with esophagostomy and gastric fistula. *American Journal of Physiology* 159, 143-148.
- Jensen, K.H., Sørensen, L.S., Bertelsen, D., Pedersen, A.R., Jørgensen, E., Nielsen, N.P., Vestergaard, K.S. 2000. Management factors affecting activity and aggression in dynamic group-housing systems with electronic sow feeding: a field trial. *Animal Science* 71, 535-545.
- Jensen, P. 2006a. Svinets beteende. In: *Djurens beteende och orsakerna till det*. 119. Natur och kultur, Stockholm, Sweden.
- Jensen, P. 2006b. Stress, beteendestörningar, välfärd. In: *Djurens beteende och orsakerna till det*. 86-88. Natur och kultur, Stockholm, Sweden.
- Jordan, D., Zgur, S., Gorjanc, G., Stuhec, I. 2008. Straw or hay as environmental improvement and its effect on behaviour and production traits of fattening pigs. *Archiv für Tierzucht*, 51, 549-559.
- Kasanen, I.H.E., Sørensen, D.B., Forkman, B., Sandøe, P. 2010. Ethics of feeding: the omnivore dilemma. *Animal Welfare* 19, 37-44.
- Kennedy, G.C. 1953. The role of depot fat in the hypothalamic control of food intake in the rat. *Proceedings of the Royal Society. Series B* 140, 578-592.
- Knudsen, K.E.B. 1997. Carbohydrate and lignin contents of plant materials used in animal feeding. *Animal Feed Science and Technology* 67, 319-338.
- Knudsen, K.E.B. 2001. The nutritional significance of "dietary fibre" analysis. *Animal Feed Science Technology* 90, 3-20.
- Laplace, J.P., Darcy-Vrillon, B., Pérez, J.M., Henry, Y., Giger, S., D. Sauvant, D. 1989. Associative effects between two fibre sources on ileal and overall digestibilities of amino acids, energy and cell-wall components in growing pigs. *British Journal of Nutrition* 61, 75-87.
- Lawrence, A.B., Appleby, M.C., MacLeod, H.A. 1988. Measuring hunger in the pig using operant conditioning: the effect of food restriction. *Animal Production* 47, 131-137.

- Lawrence, A.B., Terlouw, E.M.C. 1993. A review of behavioral factors involved in the development and continued performance of stereotypic behaviors in pigs. *Journal of Animal Science* 71, 2815-2825.
- Lunn, J., Buttriss, J.L. 2007. Carbohydrates and dietary fibre. *Nutrition Bulletin*, 32, 21-64.
- Mallillin, A.C., Trinidad, T.P., Raterta, R., Dagbay, K., Loyola, A.S. 2008. Dietary fibre and fermentability characteristics of root crops and legumes. *British Journal of Nutrition* 3, 485-488.
- Mason, G., Mendl, M. 1993. Why is there no simple way of measuring animal welfare? *Animal Welfare* 2, 301-319.
- McDonald, P., Edwards, R.A., Greenhalgh, J.F.D., Morgan, C.A. 2002. Digestion. In: *Animal nutrition*, 163-171, 179. Pearson Education Limited, Essex, UK.
- Meunier-Salaün, M., Edwards, S., Robert, S. 2001. Effect of dietary fibre on the behaviour and health of the restricted fed sow. *Animal Feed Science and Technology* 90, 53-69.
- Moore, K.J., Jung, H.G. 2001. Lignin and Fiber Digestion. *Journal of Range Management* 54, 420-430.
- Mroz, Z., Tarkowski, A. 1991. The effects of the dietary inclusion of sida meal (Malvaceae) for gilts on the reproductive performance, apparent digestibility, rate of passage and plasma parameters. *Livestock production science* 27, 199-210.
- Noblet, J., Goff, G. 2001. Effect of dietary fibre on the energy value of feeds for pigs. *Animal feed science and technology* 90, 35-52.
- Nyman, M., Asp, N.G., Cummings, J., Wiggins, H. 1986. Fermentation of dietary fibre in the intestinal tract: comparison between man and rat. *British Journal of Nutrition* 55, 487-496.
- O'Connell, N.E., Beattie, V.E., Moss, B.W. 2004. Influence of social status on the welfare of growing pigs housed in barren and enriched environments. *Animal Welfare* 13, 425-431.
- Olsen, A., Vestergaard, E.M., Dybkær, L. 2000. Roughage as additional rooting substrates for pigs. *Animal Science* 70, 451-456.
- Olsen, A. 2001. Behaviour of growing pigs kept in pens with outdoor runs. I. Effect of access to roughage and shelter on oral activities. *Livestock production science* 69, 255-264.
- Rérat, A. 1996. Influence of the nature of carbohydrate intake on absorption chronology of reducing sugars and volatile fatty acids in the pig. *Reproduction, Nutrition, Development* 36, 3-19.
- Robert, S., Matte, J.J., Farmer, C., Girard, C.L., Marineau, G.P. 1993. High-fibre diets for sows: effects on stereotypies and adjunctive drinking. *Applied Animal Behaviour Science* 37, 297-309.
- Robert, S., Rushen, J., Farmer, C. 1997. Both energy content and bulk of food affect stereotypic behaviour, heart rate and feeding motivation of female pigs. *Applied Animal Behaviour Science*, 54, 161-171.
- Rolls, E.T., Rolls, J.H., 1997. Olfactory sensory-specific satiety in humans. *Physiology & Behaviour*, 61, 461-473.
- SFS 1988:539. Djurskyddsförordningen 16§. Stockholm.
- Shi, X., Noblet, J. 1993. Digestible and metabolizable energy values of ten feed ingredients in growing pigs fed ad libitum and sows fed at maintenance level; comparative contribution of the hindgut. *Animal Feed Science and Technology* 42, 223-236.
- Sjaastad, Ø., Hove, K., Sand, O. 2003. The digestive system. In: *Physiology of domestic animals*. Scandinavian Veterinary Press, Oslo, Norway.
- Spoodler, H.A.M., Burbidge, J.A., Edwards, S.A., Simmins, P.H., Lawrence, A.B. 1995. Provision of straw as a foraging substrate reduces the development of excessive chain and bar manipulation in food restricted sows. *Applied Animal Behaviour Science*, 43, 249-262.
- Spoodler, H.A.M., Burbidge, J.A., Edwards, S.A., Simmins, P.H., Lawrence, A.B. 1996. Effects of food level and straw bedding during pregnancy on sow performance and responses to an ACTH challenge. *Livestock Production Science*, 47, 51-57.

- Stanogias, G., Pearcet, G.R. 1985. The digestion of fibre by pigs. *British Journal of Nutrition* 53, 513-530.
- Stolba, A., Baker, N., Wood-Gush, D.G.M. 1983. The characterisation of stereotyped behaviour in stalled sows by informational redundancy. *Behaviour* 87, 157-182.
- Stolba, A., Wood-Gush, D.G.M. 1989. The behaviour of pigs in a semi-natural environment. *Animal Production* 49, 419-425.
- Studnitz, M., Jensen, M.B., Pedersen, L.J. 2007. Why do pigs root and in what will they root? A review on the exploratory behaviour of pigs in relation to environmental enrichment. *Applied Animal Behaviour Science* 107, 183-197.
- Terlouw, E.M.C., Wiersma, A., Lawrence, A.B., Macleod, H.A. 1993. Ingestion of food facilitates the performance of stereotypies in sows. *Animal Behaviour* 46, 939-950.
- Treit, D., Spetch, M.L., Deutsch, J.A. 1983. Variety in the flavor of food enhances eating in the rat: a controlled demonstration. *Physiology & Behaviour* 30, 207-211.
- Tso, P., Liu, M., Kalogeris, T.J. 1999. The role of apolipoprotein A-IV in food intake regulation. *Journal of Nutrition* 129, 1503-1506.
- Tungland, B., Meyer, D. 2002. Nondigestible oligo- and polysaccharides (dietary fiber): their physiology and role in human health and food. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* 1, 90-109.
- Wank, S.A. 1995. Cholesystokinin receptors. *American Journal of Physiology* 269, 628-646.
- Webster, J. 2005. Definitions of welfare. In: *Animal welfare: limping towards eden*. 5-6. Blackwell Publishing Oxford, UK.
- Wenk, C. 2001. The role of dietary fibre in the digestive physiology of the pig. *Animal Feed Science and Technology* 90, 21-33.
- Whittaker, X., Spoodler, H.A.M., Edwards, S.A., Lawrence, A.B., Corning, S. 1998. The influence of dietary fibre and the provision of straw on the development of stereotypic behaviour in food restricted pregnant sows. *Applied Animal Behaviour Science* 61, 89-102.
- Wiepkema, P.R. 1971. Positive feedbacks at work during feeding. *Behaviour* 39, 266-273.
- Wiepkema, P. 1987. Developmental aspects of motivated behavior in domestic animals. *Journal of Animal Science* 65, 1220-1227.
- Zang, Y., Proenca, R., Maffei, M., Barone, M., Leopold, L., Friedman, J.M. 1994. Positional cloning of the mouse obese gene and its human homologue. *Nature* 372, 425-432.
- Zonderland, J.J., De Leeuw, J.A., Nolten, C., Spoolder, H.A.M. 2004. Assessing long-term behavioural effects of feeding motivation in group-housed pregnant sows; what, when and how to observe. *Applied Animal Behaviour Science* 1/2, 15-30.

Nr	Titel och författare	År
296	Inverkan av SPC på induktion av protein AF och produktionsresultat hos slaktkyckling 30 hp D-nivå Jessica Lundqvist	2010
297	Bacterial contamination of eggshells in aviary system and conventional cages in Jordan 15 hp C-nivå Åsa Karlsson	2010
298	Calcium homeostasis at calving in cows milked prepartum 30 hp E-nivå Sabine Ferneborg	2010
299	Placentan och livmoderns samspel och inverkan på utvecklingen av mjölkkörtelvävnad The interplay between uterus and placenta and their effect on mammary gland development 15 hp C-nivå Carolin Engström	2010
300	Krafftoders påverkan på hästars prestation The impact of concentrates on exercise performance of the horse 15 hp C-nivå Jonna Kangas	2010
301	Mykotoxiner och deras effekt på hästens hälsa Mycotoxins and their effects on horse health 15 hp C-nivå Helen Pilskog	2010
302	Olika mastitpatogenerns inverkan på mjölk kvalitet och juverhälsa Different mastitis pathogens impact on milk quality and udder health 15 hp C-nivå Sara Andersson	2010
303	Reproduktion och odling av ål The reproduction and culture of eel 15 hp C-nivå Pernilla Norberg	2010
304	En översikt av kvävet kretslopp i vall, mjölkkor och gödsel - hur kan vi minimera miljöpåverkan? An overview of nitrogen cycling in ley, dairy cows and manure – how do we minimize the effects on the environment? 15 hp C-nivå Cecilia Stattin	2010
305	Inhemsk trindsäd i fodret till suggor och smågrisar Domestic leguminous plants in the feed for sows and piglets 15 hp C-nivå Joanna Oliver	2010

I denna serie publiceras examensarbeten (motsvarande 15 eller 30 högskolepoäng) samt större enskilda arbeten (15-30 högskolepoäng) vid Institutionen för husdjurens utfodring och vård, Sveriges Lantbruksuniversitet. En förteckning över senast utgivna arbeten i denna serie återfinns sist i häftet. Dessa samt tidigare arbeten kan i mån av tillgång erhållas från institutionen.

DISTRIBUTION:
Sveriges Lantbruksuniversitet
Institutionen för husdjurens utfodring och vård
Box 7024
750 07 UPPSALA
Tel. 018-67 28 17
