



Torrfoder till katt – påverkan och konsekvenser

Dry food for cats – impact and implications

Patrik Blixt

Djursjukskötarprommet



Foto: Blixt, 2012

Sveriges lantbruksuniversitet
Institutionen för husdjurens miljö och hälsa
Djursjukskötarprommet

Skara 2012

Studentarbete 416

*Swedish University of Agricultural Sciences
Department of Animal Environment and Health
Veterinary Nurse Programme*

Student report 416

ISSN 1652-280X



Torrfoder till katt – påverkan och konsekvenser

Dry food for cats – impact and implications

Patrik Blixt

Studentarbete 416, Skara 2012

**G2E, 15 hp, Djursjukskötprogrammet, självständigt arbete i djuromvårdnad,
kurskod EX0702**

Handledare: Marie Sallander

Institutionen för husdjurens miljö och hälsa, Box 234, 532 23 Skara

Examinator: Carina Palmgren Karlsson

Institutionen för husdjurens miljö och hälsa, Box 234, 532 23 Skara

Nyckelord: katt, torrfoder, påverkan, konsekvenser, vatten, energi, kolhydrater

Sveriges lantbruksuniversitet

Fakulteten för veterinärmedicin och husdjursvetenskap

Institutionen för husdjurens miljö och hälsa

Box 234, 532 23 SKARA

E-post: hmh@slu.se, **Hemsida:** www.slu.se/husdjurmiljohalsa

I denna serie publiceras olika typer av studentarbeten, bl.a. examensarbeten, vanligtvis omfattande 7,5-30 hp. Studentarbeten ingår som en obligatorisk del i olika program och syftar till att under handledning ge den studerande träning i att självständigt och på ett vetenskapligt sätt lösa en uppgift. Arbetenas innehåll, resultat och slutsatser bör således bedömas mot denna bakgrund.

Innehållsförteckning

1. Abstract	4
2. Inledning.....	5
3. Syfte och frågeställningar	5
4. Material och metod	6
5. Resultat.....	6
5.1 Vatteninnehåll	6
5.1.1 Vatten, vattenbehov och påverkande faktorer	6
5.1.2 Påverkar torrfoder vattenintaget?	7
5.1.3 Konsekvenser för kattens urinvägar	10
5.2 Energitäthet.....	11
5.2.1 Energi, energibehov och reglering av energiintag.....	11
5.2.2 Påverkar torrfoder energiintaget?	12
5.2.3 Konsekvenser för katten avseende övervikt	14
5.3 Kolhydratinnehåll	15
5.3.1 Kolhydrater och kattens kolhydratsmetabolism	15
5.3.2 Påverkar torrfoder blodglukoskoncentrationen?	16
5.3.3 Konsekvenser för katten med diabetes mellitus	18
6. Diskussion	18
7. Populärvetenskaplig sammanfattning.....	23
8. Tack.....	25
9. Referenser	26

1. Abstract

The cat has evolutionary become an obligate carnivore. Today it is common to feed the cat a dry food. Studies have shown that the dry formula can have negative consequences for the cat. A literature study where conducted to investigate whether the cats origin makes it incapable to compensate for the changes a dry food entails. The impact and implications regarding water intake, energy intake and blood glucose concentration when feeding the cat dry food where examined. The results shows that when dry food is fed, urine volume decreases and the water intake for every gram food consumed is less compared to when food with higher water content is fed. This is linked with dry food increasing the risk for developing FLUTD, even though dry food is not the only factor in the development. The results show that it is not recommendable to feed dry food if the cat has been diagnosed with FLUTD. The energy density of dry food impacts the energy intake but not profoundly enough to be the only factor for the high prevalence of overweight cats. For the already overweight cat, dry food is not the best food formula to use. Both for weight loss and weight maintenance, food with less energy density is positive. Although the carbohydrate content of dry food doesn't impact the concentration of glucose in the blood, it is not an advantage for the cat with diabetes mellitus to have high carbohydrate content in the food. Less carbohydrate, mimicking the content of the cat's natural food, has shown to be more effective than a higher carbohydrate content in the treatment of diabetes mellitus.

In conclusion, this study shows when dry food is not to the best benefit for the cat, as well as where further studies in this field are required. This knowledge is valuable for the veterinary nurse when providing information about and advising the cat owners regarding what type of food to feed.

2. Inledning

Våra katter (*Felis catus*) härstammar både från den afrikanska vildkatten (*Felis lybica*) och den europeiska vildkatten (*Felis silvestris*; Serpell, 2000). Katten, som strikt karnivor, har särskilda aspekter i sin fysiologi som skiljer dem från omnivorer och herbivorer. Ett naturligt högt proteininnehåll i födan har gett dem liten möjlighet att reglera sin aminosyrametabolism. De syntetiserar själva exempelvis arginin och taurin i en för låg mängd då deras byten innehåller tillräckligt av dessa ämnen. Inte heller har de förmågan att konvertera karoten, förstadie till vitamin A som finns i vegetabilier, till retinol, aktiv form av vitamin A som finns i animalier. Kattens byten innehåller även omkring 70-80 % vatten, deras främsta intag av vatten har därmed varit via födan, vilket medfört en lägre känslighet för törst som, tillsammans med förmågan att starkt koncentrera sin urin, är egenskaper passande för ökendjur (MacDonald *et al.*, 1984; Morris, 2002; Zoran, 2002; Zoran & Buffington, 2011).

För hur länge sedan katten domesticerades är oklart men åtminstone för cirka 2 500 år sedan dyrkades katten som ett heligt djur bland egyptier. Redan då utfodrades de med bröd, mjölk och fisk (MacDonald *et al.*, 1984). Fram till mitten av 1800-talet bestod fortfarande utfodringen av matrester och hemmagjorda recept. Det första kommersiellt sålda fodret skapades på 1860-talet av James Spratt, den första konserven utvecklades 1922 av Chappel-bröderna. På 1950-talet utvecklades extruderingsprocessen för torrfoder, men först på 1960-talet ökade populariteten för de torra fodren (Case *et al.* 2011). Idag ingår torrfoder i utfodringen för majoriteten av alla katter (Hughes *et al.*, 2002; Case *et al.* 2011).

Det finns studier som visat att utfodring med torrfoder kan påverka katten negativt. Burger *et al.* (1980) visade att byte från våtfoder (84 % vatten) till torrfoder (7 % vatten) minskade katternas totala vattenintag med 49 %. Wei *et al.* (2011) beskrev hur torrfoder medförde ett cirka 29 % större energiintag jämfört med våtfoder. Rand *et al.* (2004) presenterade att ett foderintag med högt kolhydratinnehåll (47 % av omsättbara energin) orsakade högre glukoskoncentrationen i blodet jämfört med högt protein- eller fettinnehåll (46 respektive 47 % av omsättbara energin).

Denna forskning har väckt frågan om kattens ursprung som strikt karnivor gör den oförmögen att fullt ut kompensera för de förändringar som ett torrt foder medför. Ämnet djuromvårdnad såväl som yrket djursjukskötare omfattar både förebyggande djurhälsovård som eftervård (Sveriges Lantbruksuniversitet, 2007), om den torra foderformen i sig är negativ för kattens hälsa är det viktig kunskap för information och rådgivning i kontakten med djurägare.

3. Syfte och frågeställningar

Syftet med detta arbete är att utreda om torrfoder påverkar kattens hälsa negativt. Då det idag är vanligt att utfodra katter med torrfoder är det många katter som kan påverkas om foderformen har negativa konsekvenser. De delar som kommer undersökas avseende påverkan och konsekvenser är vatteninnehåll, energitäthet och kolhydratinnehåll.

Frågeställningar:

1. Påverkar torrfoder kattens vattenintag?
2. Vilka konsekvenser kan torrfoders eventuella påverkan ha för kattens urinvägar?
3. Påverkar torrfoder kattens energiintag?
4. Vilka konsekvenser kan torrfoders eventuella påverkan ha för katten avseende övervikt?

5. Påverkar torrfoder blodglukoskoncentrationen hos katten?
6. Vilka konsekvenser kan torrfoders eventuella påverkan ha för katten med diabetes mellitus?

4. Material och metod

Arbetet gjordes som litteraturstudie. Databaser som återfinns via Web of Knowledge genomsköptes med orden cat* OR feline tillsammans med dry food*, dry feed*, wet food*, wet feed*, moist food*, moist feed*, water turnover, water balance, water intake*, water need*, water requirement*, energy intake*, energy need*, overweight, obese, obesity, energy density*, carbohydrate* och diabetes mellitus. Även referenser angivna i artiklar funna utifrån tidigare sökord användes. Förutom vetenskapliga artiklar användes även ett fåtal böcker med vetenskaplig grund relevanta för ämnet. Totalt hittades 178 stycken artiklar, 90 stycken användes i arbetet då de resterande efter närmare granskning inte tillförde detta arbete relevant information samt på grund av arbetets sidbegränsning inte fick plats.

5. Resultat

5.1 Vatteninnehåll

Som namnet antyder är torrfoder torrt, oftast innehållande mindre än 10 % vatten, vilket är den tydligaste skillnaden mot naturliga byten samt våtfoder, med ett vatteninnehåll oftast över 70 % (Forrester *et al.*, 2010; Plantinga *et al.*, 2011). I denna del kommer torrfoders påverkan på vattenintaget samt eventuella konsekvenser för kattens urinvägar undersökas.

5.1.1 Vatten, vattenbehov och påverkande faktorer

Kattens kropp består av mellan 50 och 80 % vatten. Unga individer med större mängd muskelmassa har större andel kroppsvatten medan äldre och individer med större mängd kroppsfett har mindre andel kroppsvatten. Vatten har ett flertal funktioner i kroppen och transporterar exempelvis näringsämnen, enzymer, hormoner och blodceller. Vatten är även den största komponenten i blod och övriga kroppsvätskor samt viktigt för temperaturreglering och värmecirkulation (Senior, 1989; Gross *et al.*, 2010).

Generellt vattenbehov för katten, vilket används som riktlinje vid vätsketerapi, uppskattas till 50-60 ml/kg kroppsvikt/dag (Boag & Hughes, 2007). En metod för uträkning av vattenbehov är utifrån mängd intagen foder i torrsubstans (ts). Behovet av vatten för en frisk vuxen katt i en komfortabel rumstemperatur är ungefär 2,5 gånger mängden foder i ts. Ytterligare en metod för vattenbehovsberäkning är att utgå ifrån det dagliga energibehovet vid vila för att även beräkna vattenbehovet. Vattenbehovet är då 1 ml per intagen kcal, vilket är 0,24 ml per kJ (Gross *et al.*, 2010; Case *et al.*, 2011). Vattenbehovet kan påverkas av ett flertal faktorer. Vattenförlusterna via urin, avföring, svett och andning förändras beroende på exempelvis rums- och kroppstemperatur, luftfuktighet, energi- och näringsintag, aktivitet, fysiologisk status (exempelvis laktation) och hälsa (exempelvis njurarnas förmåga att koncentrera urinen; Gross *et al.*, 2010; Case *et al.*, 2011). Även fodrets proteininnehåll har föreslagits påverka vattenintaget, 65 % protein i ts ökade signifikant vattenintaget jämfört med foder innehållande 26-51 % (Hashimoto *et al.*, 1995).

Ökad mängd salt (natriumklorid) i fodret ökar även det vattenintaget (Hawthorne & Markwell, 2004; Luckschander *et al.*, 2004).

Intag av vatten sker via föda, drickande samt vid omsättning (metabolism) av protein, fett och kolhydrater, sistnämnda utgör mellan 5-10 % av det dagliga intaget. När energigivande näringsämnen (protein, fett och kolhydrater) klyvs frisläpps vätejoner vilka reagerar med syre och bildar vatten (Gross *et al.*, 2010). Metabolisering av 100 g protein, fett och glukos (kolhydrat) resulterar i produktionen av cirka 40, 107 respektive 56 ml vatten (Thrall & Miller, 1976; Carciofi *et al.*, 2005; Gross *et al.*, 2010). Kattens förfäders anpassning till ökenmiljö gör att katten även idag har viss förmåga att kompensera ett lägre vattenintag genom att koncentrera urinen (MacDonald *et al.*, 1984). Anpassningen till ökenmiljö medför även kattens lägre törstkänsla (MacDonald *et al.*, 1984; Zoran, 2002), vilket visats i en studie där katter, jämfört med hundar, hade en långsammare ersättning av vätskebrist (< 4 %) genom frivilligt drickande (Adolph, 1947). Även om en tendens till ökat drickande har setts när katter fått tillgång till vattenfontän eller rinnande kran, jämfört med skål, ökar inte vattenintaget signifikant (Grant, 2010; Pachel & Neilson, 2010). Katter har observerats få ett tillräckligt vattenintag enbart från foder när nötkött eller lax (innehållande 72 respektive 68 % vatten) gavs, men kunde inte upprätthålla kroppsvikt och vattenbalans när fodret innehöll 63 respektive 61 % vatten (Prentiss *et al.*, 1959).

5.1.2 Påverkar torrfoder vattenintaget?

Thrall & Miller (1976) utfodrade 10 hankatter (1-8 år) med två torrfoder som gavs i fri tillgång (*ad libitum*) tillsammans med vatten. Varje foder gavs i två veckor, under de två sista dagarna skedde mätning av vattenintag och urinvolym (Tabell 1). Även mätningar av vattenintag och urinvolym från 13 hankatter som blev utfodrade med sex olika foder presenteras (Tabell 1). Våt 1 var ett kompletteringsfoder som orsakade att katterna tappade i vikt och metaboliserade kroppseget fett när de utfodrades med detta. Våt 2 var näringsmässigt komplett med enbart animaliska produkter medan Våt 3 var näringsmässigt komplett innehållandes vegetabilier (enbart eller delvis framgår inte av artikeln). De torra fodren var alla näringsmässigt kompletta; Torr 1 var utan närmare specifikation, Torr 2 innehöll 8-14 % fett medan Torr 3 tillfördes 5 % dextros (binder vatten och utsöndras via urinen) i ett försök att påverka diuresen. Om skillnaderna i vattenintag och urinvolym var signifikanta anges inte.

Jackson & Tovey (1977) utfodrade 14 hankatter (1-2 år; 2,5-4,6 kg) med ett våtfoder och två torrfoder som gavs *ad libitum* tillsammans med vatten. De vandades vid respektive foder under minst 14 dagar, mätning av vattenintag och urinvolym skedde under påföljande fem dagar (Tabell 1). Torr 1 framställdes genom extrudering medan Torr 2 inte använde extrudering i framställningsprocessen (okänt vilken tillverkningsmetod som använts). Våtfodret var ett kommersiellt, fiskbaserat foder. Författarna påpekade att mindre mängd intaget vatten per gram ts indikerar en högre urinkoncentration (Tabell 1). Om skillnaderna var signifikanta anges inte.

Seefeldt & Chapman (1979) utfodrade 10 intakta katter (fem hanar, fem honor; 1-3 år) med ett torrfoder och ett våtfoder tillsammans med vatten *ad libitum*, under hur lång tid framgår inte av artikeln. Vatten- och foderintag, korrigerad för avdunstning, mättes dagligen (Tabell 1). Fodren var kommersiellt tillgängliga vid tiden då studien utfördes men sammansättningen, förutom vatteninnehållet, beskrivs inte i artikeln. Det totala vattenintaget skilde sig inte signifikant åt mellan fodren (Tabell 1). Intagen mängd vatten per gram ts var signifikant större när våtfodret användes i jämförelse med torrfodret (inget p-värde presenterat; Tabell 1).

Burger *et al.* (1980) använde totalt 18 katter (13 kastrerade hankatter, fyra intakta honkatter samt en kastrerad honkatt; 2-4 kg; 1,5-8 år) men 12 av dessa användes enbart för torrfodret med högst saltinnehåll. Foder gavs i tillräcklig mängd för att täcka energibehovet, vatten gavs *ad libitum*. Varje fodersort studeras under 2 veckor eller längre, byten skedde abrupt. Avdunstning från vattenskålar men inte från foder mättes och togs med i beräkningen. Alla foder var näringsmässigt kompletta. Torr 1, innehållande samma mängd salt i ts som våtfodret, medförde en minskning av det totala vattenintaget med 49 % ($p < 0,001$; Tabell 1). Mängd intaget vatten per kJ skilde sig mycket åt mellan våtfoder och torrfoder men om skillnaden är signifikant anges inte (Tabell 1). När Torr 2 och Torr 3 utfodrades var det totala vattenintaget fortfarande lägre jämfört med våtfodret men inte längre en signifikant skillnad.

Sauer *et al.* (1985) utfodrade två hankatter och tre honkatter (2,3-3,3 kg) med sex olika foder, inköpta från lokala butiker, som tillsammans med vatten gavs *ad libitum*. Varje foder gavs under 2 veckor, under andra veckan mättes foder- och vattenintag (Tabell 1). Det totala vattenintaget skilde sig inte signifikant åt mellan fodren. Alla våtfoder gav en signifikant större urinvolym ($p < 0,05$). Mängd intagen ts skilde sig signifikant åt mellan de torra och våta fodren ($p < 0,05$).

Gaskell (1989) utfodrade 16 katter med ett foder, under hur lång tid och fodrets sammansättning är inte redovisad. Fodret preparerades till tre olika vatteninnehåll; 75 % (Våt), 45 % (Torr 1) och 10 % (Torr 2). Om skillnaden i totalt vattenintag och urinvolymen var signifikant är inte presenterat, men både vattenintag och urinvolym var större när fodret innehöll 75 % vatten (Tabell 1).

Carciofi *et al.* (2005) utfodrade 10 kastrerade honkatter (3,0 kg) med tre torrfoder och ett våtfoder i totalt 10 dagar, fem dagar för anpassning och fem dagar för mätningar, för varje foder. Katterna gavs en tillräcklig mängd foder för att täcka energibehovet. Alla foder var näringsmässigt kompletta, Torr 1 var ett extruderat kommersiellt lågprisfoder, Torr 2 var samma foder som Torr 1 men med 50 % extra vatten tillsatt. Torr 3 var ett extruderat kommersiellt högprisfoder och våtfodret ett kommersiellt konservburkfoder. Avdunstning från våtfodret mättes och togs med i beräkningen. Det totala vattenintaget samt urinvolymen var signifikant större för våtfodret jämfört med de olika torrfodren ($p < 0,05$; Tabell 1).

Buckley *et al.* (2011) utfodrade tre kastrerade hankatter och tre kastrerade honkatter (2-7 år) med ett näringsmässigt komplett torrfoder (Torr 1; 6,3 % vatten). Vatten tillsattes så total vattenmängd på 25,4 (Torr 2), 53,2 (Torr 3) och 73,3 % (Våt) erhöles. Katterna gavs en tillräcklig mängd foder för att täcka energibehovet. Fodren utfodrades under tre veckor, först anpassning innan mätning av totalt vattenintag och urinvolym skedde under sista två veckorna (Tabell 1). Det totala vattenintaget samt urinvolymen var signifikant större för våtfodret jämfört med fodren med lägre vatteninnehåll ($p < 0,001$), dock är urinvolymerna för fodren med lägre vatteninnehåll inte presenterade.

Av dessa åtta studier som undersökt foder med olika vatteninnehåll redovisar fem stycken om resultaten har signifikans. Två av de fem såg ingen signifikant skillnad i totalt vattenintag medan tre studier visade ett signifikant större totalt vattenintag för våtfoder jämfört med torrfoder. Av de åtta mätte även sex studier urinvolym varav tre redovisar om resultaten har signifikans. Samtliga dessa såg en signifikant större urinvolym för våtfoder jämfört med torrfoder. Av de sex studier som presenterat data rörande intagen mängd vatten per intagen torrs substans samt kilojoule har enbart en utfört statistisk analys på materialet. I denna studie medförde våtfoder ett signifikant större vattenintag per intagen torrs substans jämfört med torrfoder. Från tabell 1 går det även att utläsa att alla studerade

våtfoder medförde ett större vattenintag per gram intagen torrsbstans samt per intagen kilojoule jämfört med torrfoder, inom och mellan studier.

Tabell 1. Vattenintag för foder med olika vatteninnehåll

Källa	Foder	H ₂ O (%)	P (%)	F (%)	NaCl (%)	TVI (ml)	UV (ml)	ml/kg	ml/ts	ml/kJ
Thrall & Miller, 1976	Torr A	9	36	14	-	212♦	72	49	2,0	0,12†
	Torr B	8	37	9	-	235♦	88	102	2,6	0,16†
	Våt 1	-	-	-	-	204	111	-	-	-
	Våt 2	-	-	-	-	158	83	-	-	-
	Våt 3	-	-	-	-	197	89	-	-	-
	Torr 1	-	-	-	-	198	62	-	-	-
	Torr 2	-	-	-	-	170	52	-	-	-
	Torr 3	-	-	-	-	153	40	-	-	-
Jackson & Tovey, 1977	Våt	76	42	18	-	156♦	104	43	3,2	0,18†
	Torr 1	9	37	10	-	156♦	84	43	2,3	0,15†
	Torr 2	5	46	11	-	206♦	139	57	2,8	0,17†
Seefeldt & Chapman, 1979	Våt	77	-	-	-	139	-	50	4,0	-
	Torr	9	-	-	-	175	-	58	2,3	-
Burger <i>et al.</i> , 1980	Våt	84	57	25	2	266♦	-	78	-	0,31
	Torr 1	7	31	9	1	131♦	-	39	-	0,14
	Torr 2	7	31	9	4	184♦	-	54	-	-
	Torr 3	30	26	17	4	220♦	-	65	-	-
Sauer <i>et al.</i> , 1985	Våt 1	74	39	34	-	188	103	67	4,9	0,19
	Våt 2	74	51	28	-	201	129	72	4,8	0,19
	Våt 3	75	37	14	-	229	84	82	4,6	0,23
	Torr 1	8	31	12	-	125	57	45	1,8	0,09
	Torr 2	6	30	9	-	183	60	65	2,9	0,15
	Torr 3	6	30	8	-	163	56	58	2,6	0,13
Gaskell, 1989	Våt	75	-	-	-	170	96	-	-	-
	Torr 1	45	-	-	-	111	50	-	-	-
	Torr 2	10	-	-	-	108	57	-	-	-
Carciofi <i>et al.</i> , 2005	Våt	79	46	30	-	158	69	53	4,7	0,26†
	Torr 1	8	27	6	-	115	23	38	2,4	0,16†
	Torr 2	8	27	6	-	115	21	38	2,6	0,17†
	Torr 3	3	41	19	-	106	29	35	2,5	0,14†
Buckley <i>et al.</i> , 2011	Våt	73	-	-	-	145	87	-	-	-
	Torr 1	6	-	-	-	103	-	-	-	-
	Torr 2	25	-	-	-	99	-	-	-	-
	Torr 3	53	-	-	-	105	-	-	-	-

H₂O: mängd vatten i fodret angivet i procent. **P:** mängd protein i fodret angivet i procent av torrsbstans. **F:** mängd fett i fodret angivet i procent av torrsbstans. **NaCl:** mängd natriumklorid (salt) angivet i procent av torrsbstans. **TVI:** totalt vattenintag, vatten från foder, frivilligt drickande och metabolism av näringsämnen. **UV:** urinvoly. **ml/kg:** antal ml vatten per kg kroppsvikt. **ml/ts:** antal ml vatten per gram intagen torrsbstans. **ml/kJ:** antal ml vatten per intagen kilojoule.

♦Metaboliserat vatten ej medräknat. †Uträknad enligt Kienzle (2002).

5.1.3 Konsekvenser för kattens urinvägar

I början av 1970-talet påbörjades en debatt i tidskriften *Veterinary Research* (Jackson, 1972) angående torrforders inverkan på FUS (Feline Urolithiasis Syndrome eller Feline Urological Syndrome), nuförtiden benämnd FLUTD (Feline Lower Urinary Tract Disease; Forrester *et al.*, 2010). Jackson (1972) publicerade i en kortare artikel data över incidensen för FLUTD mellan 1956-1969, 1,4 % (3 av 210) baserat på ett laboratorium, och mellan 1969 och 1971, 11 % (45 av 405) baserat på flera olika laboratorier. Författaren framför misstanken att introducerandet av torrfooder till katterna orsakade den drastiska ökningen. I en översiktsartikel publicerad året därpå (Barker & Povey, 1973) presenteras ett antal olika faktorer som undersökts i relation till uppkomsten av FLUTD. Bland dessa ansågs vattenintag, urinvolym och koncentrationen av stenbildande ämnen (exempelvis magnesium, ammonium och fosfat) i urinblåsan vara faktorer som påverkas av torrfooder, en hypotes som även tas upp i senare utförda undersökningar (Willeberg, 1975a; Reif *et al.*, 1977; Walker *et al.*, 1977; Willeberg, 1981). En stor epidemiologisk studie, innefattande 22 908 katter med FLUTD och 263 168 katter utan FLUTD mellan 1980-1997, fann att andelen katter som diagnostiserades med FLUTD orsakad av obstruktion av uretra var 19 %, urinsten 10 %, infektion 12 % (varav bakteriell infektion utgjorde 3 %) medan 63 % var av okänd (idiopatisk) anledning (Lekcharoensuk *et al.*, 2001a). Liknande resultat fann Gerber *et al.* (2005) då 44 av 77 katter (57 %) som diagnostiserats med FLUTD klassificerades som idiopatiska. De epidemiologiska undersökningarna fann att incidensen för FLUTD inte var den befarade cirka 10 % (Jackson, 1972) utan mellan 2,1-4,3 % (Willeberg, 1975a; Freeman *et al.*, 2006) eller så låg som 0,64 % (Walker *et al.*, 1977).

Ett flertal undersökningar har genomförts för att utreda vilka riskfaktorer för FLUTD som finns. Här presenteras de riskfaktorer som är associerade med torrfooder. Willeberg (1975b) analyserade enkätsvar från 67 ägare vars katt drabbats av FLUTD samt 113 ägare vars katter besökt universitetsdjursjukhuset vid KVL i Köpenhamn av annan anledning, de senare användes som kontroller. Enbart utfodring med torrfooder var associerat med en statistiskt signifikant ökad risk medan konservfoder eller hemmagjort foder inte medförde någon ökad risk för FLUTD. När torrfooder gavs till viss del (utan exaktare specifikation) var oddskvoten (OR, styrkan för samband) 8,7 ($p < 0,001$). När torrfooder gavs huvudsakligen var risken något lägre (OR 6,1; $p < 0,01$) för utvecklande av FLUTD. Liknande resultat fann Reif *et al.* (1977) då 101 fall av FLUTD matchades med 101 kontroller gällande ålder, kastrationsstatus, ras, boendeort och utevistelse. Även i denna studie var utfodring med enbart kommersiellt torrfooder associerat med ökad risk (OR 6,7; $p < 0,05$). En ökad mängd torrfooder sågs även öka risken. Utfodring med torrfooder mellan 76-99 % hade OR 8,0 ($p < 0,05$), 100 % utfodring med torrfooder hade OR 23,3 ($p < 0,01$; Reif *et al.*, 1977). Ytterligare en epidemiologisk undersökning inkluderande 437 fall av FLUTD samt 604 kontroller från 33 veterinärkliniker visade att fler katter som drabbades av FLUTD utfodrades med torrfooder (78 %) jämfört med kontroller (52 %). Dessutom åt drabbade katter oftare torrfooder dagligen (64 %) jämfört med kontrollerna (35 %). Vidare statistisk analys utfördes inte på materialet (Walker *et al.*, 1977). En senare experimentell studie (Fabricant & Lein, 1984) kom fram till att torrfooder inte påverkade uppkomsten eller förvärrandet av FLUTD. I studien utfodrades 12 katter med torrfooder under 4,5 månad under tiden de även undersöktes för möjligheten att ett virus var orsaken till uppkomsten av FLUTD. På 1980-talet började etiologin till FLUTD beskrivas som multifaktoriell. Då torrfooder funnits vara associerat med ökad risk ansågs foder och dess sammansättning spela en viss roll i dess utveckling (Willeberg, 1981; Lewis & Morris, 1984; Burger, 1985). Detta har även framförts i studier utförda betydligt senare (Jones *et al.*, 1997;

Lekcharoensuk *et al.*, 2001b; Segev *et al.*, 2011). Jones *et al.* (1997) matchade 193 katter med FLUTD till kontroller, inhämtade från 13 veterinärkliniker i Australien. Ägarna till katterna med FLUTD och kontrollerna fick besvara en enkät angående bland annat utfodring. Torrfoderintag med hög intensitet, förklarat som dagligen eller enbart, medförde en ökad risk (OR 1,8; $p = 0,004$). Tillsammans med ett lågt vattenintag (bedömt av ägaren) ökade risken (OR 2,5; $p = 0,006$). Segev *et al.* (2011) inkluderade via journaler från ett djursjukhus 82 katter som diagnostiserats med FLUTD och matchade dessa till lika många kontroller avseende bland annat kön. Av de katter som drabbades av FLUTD fick 83 % enbart torrfoder medan 17 % fick både torr- och våtfoder, jämfört med 54 (OR 4,2; $p < 0,001$) respektive 42 % (OR 3,6; $p < 0,001$) av kontrollerna.

Hur FLUTD kan behandlas nutritionellt har bland andra Gunn-Moore & Shenoy (2004) undersökt. I deras studie hade alla de 40 katter med FLUTD som studerades signifikant färre symptom från urinvägarna ($p < 0,001$). Detta relaterar de till att de flesta (90 %) fick en ökad mängd våtfoder jämfört med innan studien. Då bestod utfodringen för 95 % av katterna av >50 % torrfoder. En månad efter studiens start utfodrades >80 % av katterna med enbart våtfoder. Buffington *et al.* (2006) presenterade ett samlat behandlingssätt för katter med FLUTD som bland annat innebar att övergå från torr- till våtfoder. Av de 46 katter som de behandlade under 10 månader uppvisade enbart 25-30 % symptom från urinvägarna ($p < 0,05$). Forrester *et al.* (2010) föreslår genomgående våtfoder som nutritionell behandling av FLUTD, oavsett grundläggande orsak.

Förutom påverkan på de nedre urinvägarna har även eventuell påverkan på de övre urinvägarna undersökts. Hughes *et al.* (2002) frågade ägare till 38 katter med kronisk njursjukdom (CKD) samt ägare till 56 katter, som utgjorde kontroller, angående utfodring utan att finna någon signifikant skillnad. Bartlett *et al.* (2010) gjorde en epidemiologisk enkätundersökning 2006-2008 för att upptäcka riskfaktorer för och tidiga tecken på CKD där 92 katter med CKD matchades mot lika många kontroller efter bland annat ålder. En faktor som närmade sig signifikans var procent utfodring bestående av torrfoder, författarna anser att på grund av lågt antal kompletta par uteblev statistisk signifikans.

5.2 Energitäthet

Ett lägre vatteninnehåll ökar även mängd energi per gram foder i ätfärdig substans. Ett torrfoder innehåller oftast runt 15 MJ/kg, i kontrast till naturliga byten samt våtfoder som vanligtvis innehåller runt 5 MJ/kg (Toll *et al.*, 2010; Plantinga *et al.*, 2011). I denna del kommer torrfoders påverkan på energiintaget samt eventuella konsekvenser för katten avseende övervikt undersökas.

5.2.1 Energi, energibehov och reglering av energiintag

Energi är inte i sig självt ett näringsämne utan protein, fett och kolhydrater innehåller energi i form av kemiska bindningar (Gross *et al.*, 2010). Ungefär 50-80 % av det dagliga foderintaget i ts används för energi (Case *et al.*, 2011). Lagring av energi, som görs med glykogen och triglycerider, sker om energiintaget överskrider kattens dagliga behov (Gross *et al.*, 2010). Energitätheten beräknas, enligt senaste rekommendationerna från NRC, vara 418 kJ/kg kroppsvikt^{0,67} medan FEDIAF rekommenderar att utgå ifrån 335 kJ/kg kroppsvikt^{0,67} för intakta katter och 215 kJ/kg kroppsvikt^{0,67} för kastrerade katter (FEDIAF, 2011). Birmingham *et al.* (2010) sammanställde resultat från 115 olika studier, 231 kJ/kg kroppsvikt var det genomsnittliga energibehovet. De faktorer som kan påverka energibehovet innefattar tillväxt, reproduktion, ålder, termoreglering, kastrationsstatus

samt metaboliska och fysiologiska förändringar vid sjukdom och skada (Gross *et al.*, 2010). Även viktnedgång kan påverka, efteråt kan energibehovet vara cirka 20 % lägre än kattens ursprungliga vid normalvikt (Hoenig *et al.*, 2007; Villaverde *et al.*, 2008).

Det finns ett flertal faktorer som direkt stimulerar centrala nervsystemet (CNS) att avsluta ett foderintag, såsom glukos, cholecystokinin (CKK) och neuropeptid Y (NPY; Kaiyala *et al.*, 1995; Figlewicz *et al.*, 1996). Martin & Rand (1999) observerade dock 11 tillfällen av lågt blodglukos (<3,5 mmol/l) som inte medförde en generell ökning av foderintaget de påföljande timmarna. Dessa nämnda faktorer influerar inte direkt reglerandet av fettdepåer, men ett ihållande stimuli, såsom smakligheten av fodret, kan ha avsevärd effekt på långsiktig energibalans då detta stimuli inte är relaterat till nutritionella behov (Figlewicz *et al.*, 1996). Koncentrationen av insulin och leptin i plasma varierar i proportion till mängden kroppsfett, större fettdepåer ökar mängderna insulin och leptin vilket minskar foderintaget (Kaiyala *et al.*, 1995; Figlewicz *et al.*, 1996; Appleton *et al.*, 2000).

5.2.2 Påverkar torrfoder energiintaget?

Fekete *et al.* (2001) använde ett kontrollfoder vilket tillsattes äppelpressmassa (21 % fiber i ts), för att öka fiberinnehållet och därmed minska energitätheten, så de slutgiltiga fodren bestod av 10, 20 och 40 % äppelpressmassa i ts. 9 vuxna, kastrerade katter (5,0 kg) fick 90 gram ts dagligen och vatten *ad libitum*. Mätningar av energiintag skedde under 5 dagar per fodersort (Tabell 2). Ett ökat innehåll av äppelpressmassa sänkte smältbarheten av protein och fett ($p < 0,01$). Enbart 40 % äppelpressmassa gjorde att katterna åt mindre än det som erbjöds, 73 g ts istället för 90 g (19 % mindre). Om skillnaderna i energiintag är signifikanta anges inte.

Morris *et al.* (2006) använde två våtfoder till 26 kastrerade katter som gavs 600 g foder per dag under 20 veckor, 10 veckor per foder. De hade enbart tillgång till fodret under 1 timme två gånger per dag, vatten fanns *ad libitum*. Ingen signifikant skillnad i foderintag sågs, däremot var energiintaget signifikant ($p < 0,001$) lägre för foder A (Tabell 2).

Wichert *et al.* (2009) och Wichert *et al.* (2011) undersökte energiintag hos katter vid underhåll, dräktighet och laktation när ett torrt eller vått foder användes, presenterade energiintag (Tabell 2) gäller fjärde veckan av dräktighet då båda fodren gavs *ad libitum*. Wichert *et al.* (2009) använde 11 honkatter (3,0 kg; 1,3 år) som fick torrfoder (Tabell 2), foderintag mättes dagligen. Wichert *et al.* (2011) använde 10 honkatter (3,5 kg; 2,1 år) som fick våtfoder (Tabell 2), foderintag mättes dagligen. Då resultaten kommer från två olika studier har de inte analyserats tillsammans.

Cameron *et al.* (2011) undersökte hur ett torrfoder (12 % vatten) som tillförts vatten (till 32 och 52 % totalt vatteninnehåll) påverkade energiintag och kroppsvikt på 27 kastrerade katter (16 honkatter, 11 hankatter; 4,8 kg; 6 år). Katterna viktminskades under 6 veckor, sen fick grupp 1 det ursprungliga torrfodret, grupp 2 32 % vatteninnehåll och grupp 3 52 % vatteninnehåll. Foder och vatten gavs *ad libitum* i 3 veckor. Efter ytterligare en period av viktminskning bytte grupp 1 till 52 % vatteninnehåll och grupp 3 till det ursprungliga torrfodret under 3 veckor. Det fanns ingen signifikant skillnad i energiintag mellan fodren (Tabell 2).

Wei *et al.* (2011) studerade 10 intakta hankatter (8,8-11,5 månader; 4,3 kg) som fick foder och vatten *ad libitum*. Torrfodret framställdes genom att frystorka bort vatten från våtfodret till samma mängd som kontrollfodret (10 %). Kontrollfodret gavs i 6 månader innan studiens start, därefter delades katterna in i två grupper, den ena fick torrfodret medan den andra fick våtfodret under 3 veckor. Sedan gavs kontrollfodret igen under 3

veckor innan grupperna bytte foder till det de tidigare inte fått under ytterligare 3 veckor. Energiintaget för våtfodret var signifikant lägre jämfört med kontrollfodret ($p = 0,012$) och torrfodret ($p < 0,001$; Tabell 2).

Två av de ovanstående sex studierna har inte jämfört resultaten för de olika fodren med varandra, av de återstående fyra studier som undersökt foder med olika energitäthet redovisar tre stycken om resultaten har signifikans. En av de tre såg ingen signifikant skillnad i energiintag medan resterande två studier visade ett signifikant lägre energiintag för foder med lägre energitäthet. Jackson & Tovey (1977), Burger *et al.* (1980), Sauer *et al.* (1985) och Carciofi *et al.* (2005) är beskrivna tidigare i arbetet, ingen av dessa utförde statistisk analys rörande energiintaget. Från tabell 2 går det att utläsa att inom varje studie medförde de foder med lägre energitäthet även lägre energiintag.

Tabell 2. Energiintag för foder med olika energitäthet

Källa	Foder	MJ/kg foder	P (%)	F (%)	K (%)	kJ/kg kroppsvikt
Jackson & Tovey, 1977	Våt	4♦	42	18	29	241†
	Torr 1	14♦	37	10	40	289†
	Torr 2	16♦	46	11	31	336†
Burger <i>et al.</i> , 1980	Våt	3♦	57	25	9	252
	Torr	15♦	31	9	52	275
Sauer <i>et al.</i> , 1985	Våt 1	7	39	34	19	353
	Våt 2	7	51	28	7	378
	Våt 3	5	37	14	39	355
	Torr 1	18	31	12	50	497
	Torr 2	18	30	9	54	436
	Torr 3	19	30	8	54	449
Fekete <i>et al.</i> , 2001	40 %	10	37	19	34	268
	20 %	11	44	24	17	344
	10 %	13	52	27	11	368
	Kontroll	13	55	31	3	382
Carciofi <i>et al.</i> , 2005	Våt	4♦	46	30	8	203†
	Torr 1	14♦	27	6	56	240†
	Torr 2	14♦	27	6	56	225†
	Torr 3	17♦	41	19	28	251†
Morris <i>et al.</i> , 2006	A	4	35❖	55❖	10❖	258♣
	B	5	36❖	59❖	5❖	336♣
Wichert <i>et al.</i> , 2011	Våt	4	38	28	30	341
Wichert <i>et al.</i> , 2009	Torr	18	36	21	4♣	389
Cameron <i>et al.</i> , 2011	40 %	8†	42	15	2♣	211†
	20 %	13†	42	15	2♣	214†
	0 %	22†	42	15	2♣	240†
Wei <i>et al.</i> , 2011	Våt	3	45	25	15	233
	Torr	15	46	23	18	307
	Kontroll	15	38	17	37	294

MJ/kg: mängd omsättbar energi i megajoule per kg ätfärdigt foder. **P:** mängd protein i fodret angivet i procent av torrsubstans. **F:** mängd fett i fodret angivet i procent av torrsubstans. **K:** mängd kolhydrater i fodret angivet i procent av torrsubstans. **kJ/kg:** mängd intagen energi i kilojoule per kg kroppsvikt. ♦Uträknad enligt Kienzle (2002). †Beräknat utifrån presenterad data. ❖Energikvot då endast detta redovisat. ♣Utifrån uppskattad medelvikt på 3 kg. ⓈEnbart fiber.

5.2.3 Konsekvenser för katten avseende övervikt

Prevalensen av övervikt eller fetma hos katt är mellan 27 och 39 % (Lund *et al.*, 2005; Freeman *et al.*, 2006; Colliard *et al.*, 2009; Courcier *et al.*, 2010). Ett urval av associerade problem med övervikt innefattar insulinresistens, diabetes mellitus, FLUTD och en förkortad livslängd (Appleton *et al.*, 2001; Hoenig *et al.*, 2007; Laflamme, 2006). Ett potentiellt samband mellan övervikt och flera sjukdomar är de cytokiner och hormoner som fettceller producerar och frisläpper. Flera av dessa ämnen är proinflammatoriska, övervikt kan därför ses som en kronisk låggradig inflammation som påverkar olika delar av kroppen (Gayet *et al.*, 2004; Toll *et al.*, 2010).

De nedan presenterade epidemiologiska studierna som undersökt riskfaktorer för övervikt hos katt använder alla någon sorts kroppsbedömning. Det vanligaste sättet att bedöma kroppsbedömning är genom visuella och palpatoriska fynd som bedöms utefter en skala, där främst en niogradig skala används. Sådan bedömning har visats korrelera väl med både kroppsvidikt ($r = 0,81$; $p < 0,001$) och procent kropps fett ($r = 0,87$; $p < 0,001$; Bjornvad *et al.*, 2011). Av de funna riskfaktorer för övervikt och fetma presenteras här de som är associerade med torrfoder. Robertson (1999) fick 458 ägare till 644 katter i Australien att fylla i en enkät rörande bland annat utfodring. Ägaren bedömde själv kattens kroppsbedömning som under-, normal- eller överviktig. Ingen signifikant skillnad mellan att utfodra med torrfoder (20 % överviktiga) eller inte (16 % överviktiga) fanns. Allan *et al.* (2000) intervjuade ägare till 202 katter i Nya Zeeland, där intervjuaren bedömde kattens kroppsbedömning. Ingen signifikant skillnad sågs i andel överviktiga mellan de som gavs torrfoder (30 %) eller våtfoder (29 %) dagligen. Russel *et al.* (2000) besökte ägare till 136 katter i England, ägaren fick besvara en enkät gällande foder och utfodring och kattens kroppsbedömning bedömdes av en av artikelförfattarna. Undersökningen visade att våtfoder, men inte torrfoder, *ad libitum* signifikant ökade andel överviktiga ($p < 0,05$). Lund *et al.* (2005) fick veterinärer att bedöma kroppsbedömningen hos 8 159 vuxna katter på veterinärkliniker i USA samtidigt som ägaren fyllde i en enkät angående utfodringen. Premiumfoder, utan särskiljning mellan torr- eller våtfoder, gav ökad risk för övervikt (OR 1,4; $p < 0,0001$) och fetma (OR 1,8; $p < 0,0001$). Terapeutiskt foder, utan särskiljning mellan torr- eller våtfoder, medförde även det ökad risk för övervikt (OR 1,3; $p = 0,002$) och fetma (OR 2,4; $p < 0,0001$). Colliard *et al.* (2009) frågade ägare till 385 katter i Frankrike rörande foder, en veterinär bedömde kattens kroppsbedömning. Foder som medförde ökad risk för övervikt var torrfoder från veterinärklinik (OR 2,9; $p < 0,05$), lightfoder utan närmare beskrivning (OR 3,4; $p < 0,05$) och terapeutiska foder utan särskiljning mellan torr- och våtfoder (OR 6,8; $p < 0,05$). Courcier *et al.* (2010) lät ägare till 118 katter i Skottland besvara en enkät rörande utfodring vid besök på en veterinärklinik då en veterinärstudent samtidigt bedömde kattens kroppsbedömning. Ingen signifikant skillnad i risk för övervikt mellan att utfodra våtfoder till viss del (OR 0,5) jämfört med enbart torrfoder (OR 1,0; $p = 0,371$) fanns.

Harper *et al.* (2001) undersökte 49 honkatter (4,9 år) som efter kastration fick foder *ad libitum*, både torr- och våtfoder. Efter 12 månader hade medelkroppsvidikten ökat med 31 % ($p < 0,0001$), utan signifikant skillnad mellan torr- och våtfoder. Av de tidigare presenterade studierna angående energiintag undersökte även ett flertal hur katternas vikt påverkades. Morris *et al.* (2006) visade att även om medelkroppsvidikten inte förändrades av något foder (Tabell 2), gick ingen katt upp i vikt av foder A medan sex katter gick upp i vikt av foder B, som även var generellt associerat med en ökning av gram ($p < 0,001$) samt procent ($p = 0,002$) kropps fett. Trots att Cameron *et al.* (2011) inte såg någon signifikant skillnad i energiintag mellan fodren (Tabell 2) ökade katterna som fick det ursprungliga torrfodret i snitt 125 g mer i kroppsvidikt för samma mängd intagen energi än katter som fick

fodret med 52 % vatteninnehåll. Skillnaden antogs bero på att den mätta aktivitetsnivån var signifikant högre ($p = 0,03$) när fodret med högre vatteninnehåll utfodrades jämfört med det ursprungliga torrfodret. Wei *et al.* (2011) såg att katterna som fick våtfoder (Tabell 2) signifikant minskade i kroppsvikt jämfört med kontrollfodret ($p = 0,03$) och torrfodret ($p = 0,006$).

Hur en viktninskning går till kan påverka hur ägaren uppfattar kattens upplevda hunger. Ägare till katter som viktninskats med ett torrfoder med ökat innehåll av fiber (15 % i ts), där mängd foder mättes med mätkopp, tyckte att katterna oftare uppvisade hungerbeteende, vokaliserade mer och var mer kontaktsökande ($p < 0,05$) samt att mängd foder var otillräcklig ($p = 0,048$), jämfört med ägare till katter som viktninskats antingen med ett liknande torrfoder men portionsförpackat eller med både torrfoder och våtfoder (Bissot *et al.*, 2010).

5.3 Kolhydratinnehåll

Torrfoder innehåller generellt mycket kolhydrater, ibland >50 % av omsättbara energin (Rand *et al.*, 2004), som bland annat beror på att tillverkningsprocessen kräver en viss mängd kolhydrater (FEDIAF, 2011). Detta är en stor skillnad jämfört med de cirka 2 % kolhydrater som katten får i sig via naturliga byten (Plantinga *et al.*, 2011). I denna avslutande del kommer torrfoders påverkan på blodglukoskoncentrationen samt eventuella konsekvenser för katten med diabetes mellitus undersökas.

5.3.1 Kolhydrater och kattens kolhydratsmetabolism

Kolhydrater kan i stort delas upp i enkla och komplexa. De enkla kolhydraterna delas vidare upp i mono- och disackarider (exempelvis glukos, sukros) och oligosackarider (exempelvis raffinosa). De komplexa kolhydraterna benämns även polysackarider och innefattar stärkelse, hemicellulosa, cellulosa, pektin med flera. Det är enbart de olika sorterna stärkelse som är enzymatiskt smältbara, övriga polysackarider kräver fermentering och benämns även fiber. Efter upptag från tarmen transporteras kolhydrater till levern som spelar en central roll i glukosmetabolismen, insulin och glukagon finjusterar sedan blodglukoskoncentrationen (Gross *et al.*, 2010). Insulin- och glukagonfrisläppning från de langerhanska öarna i pankreas stimuleras främst av glukos. Insulin verkar för upptag och lagring av glukos medan glukagon stimulerar till ökad blodglukoskoncentration i blodet genom glykogenolys (Blood & Studdert, 1999).

Kattens glukosmetabolism skiljer sig från exempelvis hundens då glukokinas, som påverkar glukosupptag och –frisläppning, inte återfinns i kattens lever (Tanaka *et al.*, 2005). Mängden amylas, det enzym som bryter ner kolhydrater, är betydligt lägre hos katt, både i pankreas (70 U/g) och tunntarm (20-50 U/g), jämfört med hund (3 000 U/g i pankreas och 50-600 U/g i tunntarm). Mängden amylas påverkas inte generellt av mängd kolhydrater i fodret, enbart vid utfodring med stärkelse redan från avvänjning har en ökning i mängd amylas setts (Kienzle, 1993a). Det har även visats experimentellt att katter behöver längre tid (240 min) för att återställa blodglukoskoncentrationen till den ursprungliga efter utfodring med foder innehållande glukos, jämfört med hundar (90 min; Hewson-Hughes *et al.*, 2011). Smältbarheten av stärkelse är däremot god, exempelvis smälts kokad majsstärkelse till nästan 100 % medan rå majsstärkelse och rå potatisstärkelse smälts till 78 respektive 36 % (Kienzle, 1993b). Även glukos, galaktos, laktos, sukros och dextrin smälts till nästan 100 % (Morris *et al.*, 1977; Kienzle, 1993c).

5.3.2 Påverkar torrfoder blodglukoskoncentrationen?

Kienzle (1994) undersökte hur foder innehållande stärkelse (29, 35 och 37 % i ts), sukros (36 % i ts), glukos (40 % i ts), galaktos (39 % i ts) eller laktos (11 eller 28 % i ts) påverkade 59 intakta och kastrerade han- och honkatter (1-6 år; 3,6 kg) jämfört med ett foder utan kolhydrater. Katterna fick ett av fodren under 3 veckor, först *ad libitum*, sedan i måltider. Enbart foder innehållande glukos gav en signifikant förändring av blodglukoskoncentrationen ($p < 0,05$; Tabell 3) efter utfodring. Enbart spår av glukos hittades i urinen hos de katter som fick kolhydratsfritt eller stärkelseinnehållande foder medan alla foder innehållande enkla kolhydrater orsakade glukosuri.

Martin & Rand (1999) observerade 10 kastrerade katter med diabetes mellitus (7 hankatter, 3 honkatter; 6-14 år) och 10 kastrerade, friska katter (6 hankatter, 4 honkatter; 2-5 år) under 12 månader. Katterna utfodrades med totalt 14 olika foder, både torr- och våtfoder. Ingen korrelation mellan foder (mängd energi, protein, fett och kolhydrater) och blodglukoskoncentrationen (värden ej redovisade) observerades 2 timmar efter intag. Enbart när katterna med diabetes mellitus inte fick exogen tillförsel av insulin var kolhydratintaget från foder svagt men signifikant korrelerat med förändringen i blodglukoskoncentration ($r = 0,28$; $p = 0,03$).

Thiess *et al.* (2004) utfodrade 12 hankatter (6 kastrerade, 6 intakta; 5 kg; 19-21 månader) med två våtfoder innehållande mycket fett (30 % fett i ts) eller mycket kolhydrater (40 % i ts). Katterna fick den mängd foder som upprätthöll kroppsvikten och vatten *ad libitum* i 3 veckor per foder. Blodglukoskoncentrationen skilde sig inte signifikant åt mellan fodren (Tabell 3) men borttransporten av glukos var signifikant ($p < 0,05$) förlängd upp till 60 minuter efter intag av fodret innehållande mycket fett.

Backus *et al.* (2007) studerade 24 katter (12 hankatter, 12 honkatter; 4-7 månader) som gavs foder och vatten *ad libitum*. Katterna fick ett av de undersökta fodren (1-4, Tabell 3) under 6 månader, efter 3 månader blev samtliga katter kastrerade, därefter skedde utfodring under ytterligare 3 månader. Ingen signifikant skillnad mellan fodren sågs på blodglukoskoncentrationen.

Hoenig *et al.* (2007) undersökte ett foder med mycket kolhydrater (38 % i ts) och ett foder med mycket protein (45 % i ts) på 12 normalviktiga (6 hankatter, 6 honkatter, 4 år) och 16 överviktiga (8 hankatter, 8 honkatter; 5 år) kastrerade katter. Foder gavs i en mängd så kroppsvikten upprätthölls samt vatten *ad libitum*. Fodren gavs först under 8 månader, 4 månader för varje foder. Efter detta fick de överviktiga katterna samma foder som de senaste 4 månaderna men i en mängd som åstadkom en viktminskning på 1,5 % per vecka. Efter 6 månader hade samtliga överviktiga katter nått sin normala vikt. Ingen skillnad hos katterna i glukoseffektivitet eller insulinkänslighet sågs mellan fodren under någon period, blodglukoskoncentrationer är inte specifikt redovisade.

Coradini *et al.* (2011) studerade 32 kastrerade katter (16 hankatter, 16 honkatter; 3 kg; 2-4 år) som gavs foder 1 (innehållande 30 % kolhydrater och 50 % protein i ts) eller foder 2 (innehållande 57 % kolhydrater och 23 % protein i ts). Blodglukoskoncentrationen var i medel 17 % högre och maximalt 24 % högre för katterna som fick foder 2 ($p < 0,01$; Tabell 3) vid utfodring för att upprätthålla vikten och 11 respektive 27 % högre ($p = 0,01$) under *ad libitum*-utfodring. Vid *ad libitum*-utfodring orsakade foder 1 en viktökning på 37 % medan foder 2 orsakade en viktökning på 17 % ($p < 0,01$). I jämförelse mellan normalviktiga katter som fick foder 2 och katter som efter viktökning fick foder 1 skilde sig inte blodglukoskoncentrationen signifikant åt.

Hoenig *et al.* (2011) undersökte 25 normalviktiga (12 honor, 13 hanar) och 12 feta (6 honor, 6 hanar) kastrerade katter. De gavs tre olika foder innehållande mycket protein (52

% i ts), mycket kolhydrater (44 % i ts) eller mycket protein och fleromättade fettsyror (51 % protein och 14 % fett i ts) i fem månader för varje foder. Ingen signifikant skillnad i blodglukoskoncentration fanns mellan grupper eller mellan fodersorter, exakta värden är inte redovisade.

Olika kolhydratkällor kan ha olika effekt på blodglukoskoncentrationen. Appleton *et al.* (2004) såg att katter som fick ris tenderade att ha högre glukoskoncentration efter foderintag jämfört med katter som fick en blandning av hirs och majs, exakta värden är inte presenterade. Dock visade de-Oliveira *et al.* (2008) att enbart majs orsakade högre glukoskoncentration än kassavamjöl, hirs, linser och ärtor ($p < 0,05$; Tabell 3).

Av dessa sju studier som undersökt foder med olika kolhydratinnehåll redovisar samtliga om resultaten har signifikans. En studie såg signifikant högre blodglukoskoncentration för foder innehållande mer kolhydrater jämfört med foder innehållande mindre kolhydrater, en studie såg enbart signifikant högre blodglukoskoncentration när fodret innehöll glukos och en studie såg enbart signifikant högre blodglukoskoncentration relaterat till kolhydratintaget när katter med diabetes mellitus inte fick exogen tillförsel av insulin. Resterande fyra studier såg ingen signifikant skillnad i blodglukoskoncentration för foder med olika kolhydratinnehåll. Från tabell 3 går det inte att utlösa en generell förändring av blodglukoskoncentration beroende på kolhydratinnehållet, inom eller mellan studier.

Tabell 3. Blodglukoskoncentration för foder med olika kolhydratinnehåll

Källa	Foder	K (%)	Glukos (fastande)	Glukos (topp)	Glukos (medel)	Glukos (urin)
Kienzle, 1994	Stärkelse	29-37	4,2	3,9	-	Spår
	Sukros	36	4,3	4,8	-	0,5
	Glukos	40	3,6	5,1	-	1,6
	Galaktos	39	2,6	2,5	-	3,3
	Laktos 1	11	3,4	3,4	-	0,3
	Laktos 2	28	-	4,1	-	0,3
	Fett	0	3,3	3,9	-	Spår
Thiess <i>et al.</i> , 2004	Kolhydrater	40	-	-	5,2	-
	Fett	13	-	-	5,4	-
Backus <i>et al.</i> , 2007	1	4	-	-	4,4	-
	2	56	-	-	4,0	-
	3	45	-	-	4,2	-
	4	27	-	-	3,9	-
de-Oliveira <i>et al.</i> , 2008	Kassavamjöl	43	-	7,3	6,3	-
	Majs	43	-	9,3	7,9	-
	Hirs	48	-	7,3	6,6	-
	Ris	41	-	8,4	7,1	-
	Linser	48	-	6,8	6,2	-
	Ärtor	43	-	7,5	6,5	-
Coradini <i>et al.</i> , 2011	Kolhydrater	57	5,2	7,6	6,3	-
	Protein	30	5,0	6,1	5,4	-

K: mängd kolhydrater i fodret angivet i procent av torrs substans. **Glukos (fastande, topp, medel, urin):** mängd glukos i blodet vid fastande, maximala koncentrationen och medelkoncentration under ett dygn samt i urinen, redovisat i mmol/l.

5.3.3 Konsekvenser för katten med diabetes mellitus

Prevalensen av diabetes mellitus (DM) är mellan 0,4-1,2 % (McCann *et al.*, 2007; Prahl *et al.*, 2007; Rieder *et al.*, 2008; Lederer *et al.*, 2009). Antal katter som diagnostiseras med DM har ökat de senaste åren (Rieder *et al.*, 2008), 1970 var prevalensen 0,08 % (Prahl *et al.*, 2007). Kattens DM är lik human typ 2 diabetes då även katten får en lägre insulinkänslighet, även kallat insulinresistens, och lägre glukoseffektivitet (Feldhahn *et al.*, 1999). Det har dock påvisats att en ökad ålder (Hoenig *et al.*, 2011) och övervikt (Laflamme, 2006) hos katten kan räcka för att utveckla insulinresistens.

Två epidemiologiska studier har undersökt huruvida torrfoder ökar risken för DM. McCann *et al.* (2007) använde sig av data från ett försäkringsbolag (14 030 katter) varav 61 katter var diagnostiserade med DM. De flesta katter fick både torr- och våtfoder, att enbart utfodra en av sorterna medförde båda en ökad risk (OR 2,2 för torrfoder; $p = 0,02$; OR 3,0 för våtfoder; $p < 0,05$). Slingerland *et al.* (2009) intervjuade ägare till 96 katter med DM i Holland via telefon utifrån en enkät. Dessa matchades med 192 kontroller utifrån ålder, kön, kroppsvikt och –kondition. Bland katterna med DM var 40 % enbart inomhus, jämfört med 22 % av de friska katterna ($p = 0,002$). Bland katterna med DM hade 55, 39 respektive 6 % låg, moderat respektive hög aktivitet enligt ägaren, till skillnad mot de friska katterna där 34, 51 och 16 % hade låg, moderat respektive hög aktivitet ($p = 0,004$). Andel katter med DM som enbart åt torrfoder (20 %) skilde sig inte signifikant åt mot andel friska katter som enbart åt torrfoder (21 %).

Tre studier har undersökt hur DM kan behandlas nutritionellt. Nelson *et al.* (2000) undersökte ett våtfoder med mycket fiber (13 % fiber och 27 % lösliga kolhydrater i ts) och ett våtfoder med lite fiber (2 % fiber och 38 % lösliga kolhydrater i ts) på 16 katter med DM. Kroppsvikt, energiintag och insulindosering skilde sig inte signifikant åt mellan grupperna. Blodglukoskoncentration innan och efter utfodring samt under 12 timmar med tillgång till foder var signifikant lägre ($p < 0,05$) för katter som fick fodret med mycket fiber jämfört med katterna som fick fodret med lite fiber. Mazzaferro *et al.* (2003) utfodrade 18 katter med DM, som enbart fått torrfoder tidigare, med ett våtfoder innehållande lite kolhydrater (7 % i ts). Av dessa kunde 11 avsluta insulinbehandlingen medan 7 fortsatt behövde exogen insulintillförsel. De katter som kunde avsluta insulinbehandlingen var initialt fetare (39 % kroppsfett) jämfört med de som behövde fortsatt insulinbehandling (17 % kroppsfett; $p < 0,0001$). Dessa sju katter fick dock ett lägre behov av insulin och glykemiska parametrar (glukos och fruktosamin) förbättrades signifikant ($p < 0,01$). Bennett *et al.* (2006) undersökte hur ett våtfoder med mer kolhydrater och fiber (26 % lösliga kolhydrater och 3 % fiber per kJ) och ett våtfoder med mindre kolhydrater och fiber (12 % lösliga kolhydrater och 0,1 % fiber per kJ) påverkade 64 kasttrade katter med DM (49 hankatter, 15 honkatter). Både glukos- och fruktosaminkoncentrationer sjönk signifikant oavsett foder ($p = 0,0001$). Efter 16 veckor behövde 68 % av katterna som fick fodret med lägre kolhydratinnehåll och 41 % av katterna som fick fodret med högre kolhydratinnehåll inte längre ges insulin.

6. Diskussion

Att göra undersökningen som litteraturstudie var enda möjligheten att få fram det önskade materialet. Arbetets sidbegränsning gjorde att funna artiklar överskred med marginal vad som slutgiltigt fick plats. Ett stort antal studier vilka kunde nyanserat resultatet fick tas bort i sin helhet. Trots detta lider flertalet av de kvarvarande studierna av att inte ha resultat som är statistiskt analyserat och vars signifikans inte är redovisad. Detta medför att slutsatserna från materialet blir begränsade. Det är dock ingen begränsning som beror på denna studies metod utan på det vetenskapliga material som finns tillgängligt.

Resultaten presenterade i tabell 1 visar ingen konsekvent påverkan av torrfoder på det totala vattenintaget. Däremot är vattenintag per torrsubstans (ts) samt kilojoule (kJ) konsekvent större för alla våtfoder. Våtfoder (>72 % vatteninnehåll) gav upphov till ett generellt vattenintag på 4,4 (3,2-4,9) ml per gram ts vilket skiljer sig från torrfoder (<10 % vatteninnehåll) som i snitt medförde 2,4 (1,8-2,9) ml per gram ts. I jämförelse med att kattens vattenbehov föreslås vara ungefär 2,5 gånger mängden intagen ts verkar torrfoder ge ett tillräckligt vattenintag medan våtfoder ett ökat vattenintag. Vattenbehovet har även föreslagits vara 0,24 ml per intagen kilojoule. Enbart våtfoder kommer i närheten av detta intag med generellt 0,23 (0,18-0,31) ml per kJ medan torrfoder i snitt medförde 0,14 (0,09-0,17) ml per kJ. Utifrån denna metod orsakar alltså torrfoder ett för lågt vattenintag för att täcka vattenbehovet. Torrfoder producerade dessutom generellt 0,37 (0,18-0,68) ml urin per ml intaget vatten vilket är lägre än våtfoders snittproduktion på 0,54 (0,37-0,67) ml urin per ml intaget vatten. Resultaten indikerar tydligt att torrfoder medför en ökad koncentration av urinen, primärt på grund av det lägre vattenintaget per gram torrsubstans. Påverkan på urinkoncentrationen blir än mer påtaglig då även urinvolymen generellt blir mindre av torrfoder. Utifrån resultaten finns även risken att torrfoder orsakar ett för lågt vattenintag för att täcka kattens vattenbehov.

Det föreslås att totalt vattenintag och urinvolym främst beror på fodrets innehåll av protein och fett. Ett ökat proteininnehåll har visats öka det totala vattenintaget (Hashimoto, 1995) och fettmetabolism bildar mer vatten jämfört med protein- och kolhydratmetabolism (Thrall & Miller, 1976; Sauer *et al.*, 1985). Dock var skillnaden i totalt vattenintag störst mellan de foder i Sauer *et al.* (1985) studie som var mest lika i fettinnehåll (14 respektive 12 % fett i ts), inte heller skilde sig fettintaget signifikant åt mellan dessa foder. Dessutom använde både Gaskell (1989) och Buckley *et al.* (2011) enbart ett foder som tillfördes vatten, därmed fanns ingen skillnad i varken protein- eller fettinnehåll sett i procent ts. Båda studierna såg skillnad i totalt vattenintag och urinvolym (Tabell 1).

Det är enbart en studie (Fabricant & Lein, 1984) som inte sett någon ökad risk för FLUTD vid utfodring med torrfoder. Studien är även den enda experimentella medan övriga presenterade studier är epidemiologiska. Fabricant & Leins lilla underlag (12 katter studerade under 4,5 månader) gör dess bidrag till den samlade kunskapen liten, jämfört med de 1 973 studerade katterna i de epidemiologiska studierna fördelade mellan 1975-2011. Dock har även de epidemiologiska studierna sina begränsningar, exempelvis var det ägarna till katterna i Jones *et al.* (1997) studie som bedömde kattens vattenintag. Då ägarens uppskattning var benägen att vara partisk utförde författarna en separat analys där de ägare som uppgett en övertygelse att lågt vattenintag är en riskfaktor för FLUTD exkluderades. Då förändrades den analyserade risken (OR 2,5) till att inte längre vara signifikant skilt från ingen ökad risk (OR 1,0). Även om Willeberg (1975b) fann lägre risk för FLUTD när torrfoder gavs i större utsträckning i motsats till Reif *et al.* (1977) som såg högre risk, var torrfoder generellt tydligt associerat med ökad risk i båda studierna. Walker *et al.* (1977) och Segev *et al.* (2011) uppvisar, trots tidsmässig stor skillnad mellan när studierna är utförda, liknande resultat. Båda fann att en större andel av de katter som drabbades av FLUTD fick torrfoder (78 respektive 83 %) jämfört med katter som inte drabbades av FLUTD (52 respektive 54 %). De få studier som undersökt nutritionell behandling av FLUTD har samtliga sett att en större mängd våtfoder medför signifikant färre symptom från urinvägarna.

Sammantaget visar resultaten att torrfoder har en negativ påverkan på kattens vattenintag och negativ konsekvens för kattens nedre urinvägar. Påverkan på vattenintaget är dock baserat på ett lågt antal studier som angivit om resultaten har signifikans överhuvudtaget och än färre som sett en signifikant skillnad rörande vattenintaget. Bedömningen försvåras

ytterligare då det enbart är en studie som fokuserat på vattenintag per torrsubstans och kilojoule. Om fler studier använt dessa parametrar som indikatorer för vattenintag skulle torrfoders påverkan tydligare kunnat ses. Då incidensen för FLUTD är mellan 0,6-4 % drabbas långt ifrån alla katter som äter torrfoder. Det tyder på att enbart torrfoder inte är tillräckligt för att få problem med de nedre urinvägarna. Då det uppenbarligen även är andra faktorer som påverkar utvecklandet är inte torrfoder negativt för alla katters hälsa. Däremot är torrfoder inte fördelaktigt vid konstaterad FLUTD. För djursjukskötare är dessa resultat en indikation på att det redan i det akuta stadiet, när en katt blir diagnostiserad med FLUTD, är fördelaktigt att uppmuntra katten till våtfoderintag. För att minska risken för återfall är även fortsatt utfodring med våtfoder rekommenderbart. Kattens ägare bör rådask till att använda våtfoder istället för torrfoder i kattens fortsatta behandling.

Om torrfoder medför ett för lågt vattenintag för att täcka kattens vattenbehov skulle foderformen kunna ha negativa konsekvenser även för de övre urinvägarna. Dock har de fåtal epidemiologiska undersökningar rörande denna risk inte sett någon signifikans för torrfoders påverkan. Då även författarna till en utav dem (Bartlett *et al.*, 2010) påpekar att en trolig anledning till utebliven signifikans var ett för lågt antal matchade par bör ytterligare undersökningar innehållande fler katter utföras för att utesluta eventuell negativ konsekvens för kattens övre urinvägar.

Ur tabell 2 går det att utläsa inom varje studie att fodret med lägst energitäthet medförde det lägsta energiintaget per kg kroppsvikt medan det mellan studier var stor skillnad i energiintag. För foder innehållande mer än 10 megajoule (MJ) per kg foder var det generella energiintaget 326 (214-497) kJ per kg kroppsvikt medan foder innehållande 10 MJ per kg eller mindre generellt medförde ett energiintag på 286 (211-378) kJ per kg kroppsvikt. Att kattens energibehov kan ha stor spridning visar även de energirekommendationer som finns. Allt mellan 215-418 kJ/kg kroppsvikt^{0,67} kan vara ett korrekt energiintag. Den genomgång av studier som undersökt energibehov påpekar även att beräkningar enbart bör användas som riktlinjer eller utgångspunkter då de för individer enbart är ungefärliga och inte absoluta (Birmingham *et al.*, 2010). På så sätt är det omöjligt att värdera energiintag mellan studier. Däremot kan resultat inom studier som skiljer sig åt beroende på fodrets energitäthet anses ha relevans. Två studier (Morris *et al.*, 2006; Wei *et al.*, 2011) har även påvisat att foder med liknande sammansättningen gällande protein, fett och kolhydrater, men olika energitäthet, orsakar skillnad i energiintag. Detta motsäger att kattens energiintag främst påverkas av fodrets fettinnehåll (Backus *et al.*, 2007). Möjligheten finns även att foderformen i sig påverkar energiintaget då torrfoders ytskikt ofta består av en fettblandning som ökar smakligheten. Ökad smaklighet kan vara en tillräcklig stimulans för att påverka den långsiktiga energibalansen (Figlewicz *et al.*, 1996). Dock är möjligheten att enskilt studera en eventuell ökad stimulans nästintill omöjlig då anledningen till kattens foderintag är högst svårbedömd.

Av de tre studier som redovisat om energiintagen har signifikans undersökte studien som inte fann någon signifikant skillnad (Cameron *et al.*, 2011) ett foder som var betydligt energitätare (8 MJ/kg), jämfört med de foder som medförde signifikanta skillnader i energiintag (3-4 MJ/kg). Eventuellt krävs en tillräckligt låg energitäthet för att energiintaget ska bli signifikant lägre. Var gränsen skulle gå är däremot oklart. Exempelvis visade en studie att torrsubstansintaget minskade när energitätheten var 10 MJ/kg (Fekete *et al.*, 2001) medan en annan såg signifikant lägre energiintag för ett foder innehållande 4 MJ/kg jämfört med ett foder innehållande 5 MJ/kg (Morris *et al.*, 2006). Dessutom hade katterna i Morris *et al.* (2006) studie enbart tillgång till foder under två timmar per dag. Då det går snabbare att få i sig mer energi när fodret är energitätare kan eventuellt fodret med

lägre energitäthet medfört ett lägre energiintag enbart på grund av att katterna inte hann få i sig mer.

Endast en epidemiologisk studie har sett torrfoder som en signifikant riskfaktor för övervikt, dessutom gällde det enbart torrfoder inhandlat på veterinärklinik. Utöver detta fynd har en studie vardera påvisat premiumfoder och lightfoder samt två studier påvisat terapeutiska foder som signifikanta riskfaktorer. Beskrivningen av dessa fodersorter är ytterst sparsam men en av studierna (Lund *et al.*, 2005) uttrycker misstanken att den högre energitätheten i premium och terapeutiska foder är orsaken till den ökade risk. Denna framförda misstanke tyder på att fodren som avses är torrfoder då det enbart är denna foderform som kan anses passa in i beskrivningen. En studie (Robertson, 1999) lät ägaren bedöma kattens kroppscondition, vilket mycket väl kan ha medfört felaktiga uppskattningar av eventuell övervikt. Kattägare kan inte anses vara vana vid objektiv kroppsconditionsbedömning vilket gör denna studies resultat mindre tillförlitliga. Sammantaget visar dock de epidemiologiska undersökningarna att torrfoder generellt inte kan utpekas som en tydlig riskfaktor för övervikt. Av de studier som experimentellt undersökt hur katters kropps vikt påverkas av foder med olika energitäthet är det enbart en studie (Harper *et al.*, 2001) som inte funnit någon skillnad. Studien redovisar dock inte hur stor andel av undersökningstiden som bestod av gruppållning och då katterna, när de hölls i grupp, fick både torr- och våtfoder är det svårt att befästa vilken påverkan vardera foderform hade på vikten. Till skillnad från denna studie visade tre studier att alla foder med lägre energitäthet var fördelaktiga för katternas vikt. Även när energiintaget inte var signifikant lägre (Cameron *et al.*, 2011) medförde foder med lägre energitäthet en högre aktivitetsnivå och därmed energiåtgång vilket sammantaget hade positiv effekt för de studerade katternas vikt. I Wei *et al.* (2011) studie var den slutgiltiga vikten signifikant lägre för våtfoder, dock hade medelvikten ökat även för dessa katter, från ursprungliga 4,28 till 4,4 kg.

Sammanfattningsvis påverkar torrfoders energitäthet till ett visst ökat energiintag som i längden kan ha negativa konsekvenser för kattens kropps vikt. Påverkan är däremot inte distinkt och verkar inte vara tillräckligt stor för att enskilt orsaka den höga prevalensen av övervikt bland katter. För katten som är överviktig kan däremot inte torrfoder ses som den mest optimala foderformen. Detta kan djursjukskötare ha användning för i rådgivning till kattägare vars katt bör minska i vikt. Både för kattens ägare såväl som för katten kan det vara fördelaktigt att använda våtfoder åtminstone till viss del vid viktminskning då detta setts medföra färre tecken på hunger hos katten (Bissot *et al.*, 2010). Då katten efter vikt nedgång även fortsatt kan behöva en låg energimängd är det fördelaktigt att ge ett foder som generellt medför ett lägre energiintag, vilket foder med låg energitäthet visats göra.

Bortsett från när fodret innehåller ren glukos (Kienzle, 1994) eller när katter med diabetes mellitus inte ges exogen tillförsel av insulin (Martin & Rand (1999) såg enbart en studie signifikant högre blodglukoskoncentration när ett foder med mycket kolhydrater (57 %) jämfördes med ett foder innehållande mindre kolhydrater (30 %). Denna studie såg även att övervikt hos katten påverkade blodglukoskoncentrationen till att inte längre vara signifikant högre när fodret innehållande mycket kolhydrater gavs. I motsats såg fyra studier inte någon signifikant skillnad i blodglukoskoncentration, för foder innehållande mellan 11-56 % kolhydrater. Två studier grupperade och jämförde även normalviktiga och överviktiga utan att se någon signifikant skillnad mellan grupper eller foder innehållande varierande mängder kolhydrater. Dessa resultat visar att de kolhydratmängder som torrfoder vanligen innehåller inte medför en generellt högre blodglukoskoncentration. Detta motsäger dock inte att ett högt kolhydratinnehåll kräver en högre insulinsekretion, som i längden kan vara negativ för kattens hälsa. Denna möjlighet diskuterar bland andra

Rand *et al.* (2004). Författarna framför misstanken att kolhydrater i foder kan vara delaktig i etiologin till DM, hos katter med underliggande låg insulinkänslighet, genom att öka kattens behov av insulinsekretion. Vidare menar de att utfodring med ett foder innehållande lite kolhydrater kan vara fördelaktigt för att undvika utveckling samt för behandling av DM. För att utesluta torrfoders eventuella påverkan på insulinsekretionen behövs dock ytterligare studier på foder innehållande mycket kolhydrater, observerade under en längre tid.

De två epidemiologiska studierna rörande riskfaktorer för DM har inte heller sett någon tydlig konsekvens av utfodring med torrfoder. Även om McCann *et al.* (2007) påvisade att utfodring med enbart torrfoder ökar risken för DM var även våtfoder associerat med ökad risk när det gavs som enda foder. Även om Slingerland *et al.* (2009) i sin hypotes anger misstanken att torrfoder medför ökad risk hittades inte detta samband i undersökningen. Den signifikanta skillnaden som hittades mellan drabbade och friska katter gällde istället aktivitetsnivån. Det är intressant att dra en parallell till tidigare presenterad forskning som visat att foder med lägre energitäthet ger upphov till en högre aktivitetsnivå (Cameron *et al.*, 2011). Då Slingerland *et al.* (2009) hittade att låg aktivitet medförde ökad risk för DM kan eventuellt foder med lägre energitäthet i detta avseende vara fördelaktigt för katten.

Samtliga tre studier som undersökt nutritionell behandling har sett att ett lågt kolhydratinnehåll i fodret är fördelaktigt för katten med DM. Målet för Nelson *et al.* (2000) var dock att undersöka effekten av ett ökat fiberinnehåll men de två fodrens sammansättning medförde att de även undersökte om, och fann att, mindre mängd lösliga kolhydrater ger lägre blodglukoskoncentration. Övriga två visade även de att mindre lösliga kolhydrater i fodret medför att fler katter med DM kan avsluta exogen insulintillförsel. Mazzaferro *et al.* (2003) såg att detta främst gällde de katter som vid studiens början var överviktiga men även normalviktiga katter drog fördel av mindre andel lösliga kolhydrater, genom minskat insulinbehov och förbättrade glykemiska parametrar. Noterbart är att samtliga studier enbart använde våtfoder för att studera nutritionell behandling av DM.

Sammantaget visar resultaten att torrfoder inte orsakar DM men dess påverkan under längre tid återstår att undersöka. Därmed är torrfoder inte ensamt anledningen till den ökade prevalensen av DM. Foderformen är dock inte optimal för drabbade katter. Själva fodertillverkningen kräver en viss mängd kolhydrater som starkt skiljer sig från vad katten naturligt fått i sig via sina byten. Då katten mycket väl klarar sig utan kolhydrater bör målet vara att tillföra en så liten mängd som möjligt via foder. Dessa resultat kan användas av djursjukskötare, både för information och för rådgivning när ägare till katter med DM behöver nutritionell vägledning.

Resultaten i denna studie ger ett flertal uppslag till ytterligare studier. En viktig del är hur en katt bör och lättast introduceras till en eventuellt helt ny foderform. Hur en katt, som tidigare enbart fått torrfoder, reagerar på våtfoder är kritisk kunskap för att resultaten i denna studie ska kunna vara användbara i den kliniska situationen för djursjukskötare.

Slutsatsen för denna litteraturstudie är att torrfoder har viss påverkan på och konsekvenser för kattens hälsa. Torrfoders låga vatteninnehåll påverkar kattens vattenintag negativt och har en tydlig negativ konsekvens för kattens nedre urinvägar. Även om torrfoder inte är enda faktorn i utvecklandet av FLUTD bör ägare till drabbade katter avrådas från att ge torrfoder till katten. Torrfoders energitäthet medför ett något större energiintag för katten. Påverkan är dock inte tillräckligt tydlig för att kunna ge upphov till det stora antalet överviktiga katter. Lägre energitäthet kan däremot vara positivt för den överviktiga katten, både för viktminskning samt viktunderhåll. Torrfoders kolhydratinnehåll ger inte en ökad

blodglukoskoncentration. Dock återstår det att utreda dess påverkan på insulinsekretionen under längre tid. För katten med diabetes mellitus är ett stort intag av kolhydrater både onödigt och sämre jämfört med ett litet intag av kolhydrater, därmed är torrfoder för dessa katter inte den mest optimala foderformen.

7. Populärvetenskaplig sammanfattning

Våra katter härstammar från både den afrikanska vildkatten och den europeiska vildkatten. Katten har funnits bland människor under en lång tid, de dyrkades som heliga av egyptierna redan för cirka 2 500 år sedan. Även egyptierna gav katterna foder i form av bröd, mjölk och fisk. Sedan det första torrfodret lanserades på 1950-talet har utvecklingen gått till att allt fler katter får torrfoder. Kattens ursprung som strikt köttätare medför ett flertal speciella förutsättningar för att kunna tillgodose sig det foder katten får idag. Studier har visat att foderformen i sig eventuellt kan påverka kattens hälsa negativt. På grund av detta utfördes en litteraturstudie för att undersöka hur torrfoder påverkar kattens vattenintag, energiintag samt koncentration av glukos i blodet. Detta undersöktes då en negativ påverkan skulle kunna ha negativa konsekvenser. De eventuella konsekvenserna som undersöktes gällde kattens urinvägar, övervikt samt diabetes mellitus. Då många katter idag äter torrfoder är det viktig kunskap att veta om foderformen i sig kan vara dålig för katten.

Som namnet avslöjar är torrfoder torrt. Det är en stor förändring för katten, från att ha ätit byten som oftast innehåller över 70 % vatten till att istället äta ett torrfoder med ett vatteninnehåll på cirka 10 %. Vatten har flera viktiga funktioner i kroppen och kattens kropp består av mellan 50 och 80 % vatten. Katten får i sig vatten från det den äter, dricker samt det som bildas när protein, fett och kolhydrater omsätts i kroppen. En speciell förutsättning för just katten gällande vatten är deras förfäders anpassning till ökenmiljö som gör att de även idag har möjligheten att till viss del kompensera ett lägre vattenintag med att koncentrera sin urin. Denna förmåga är inte odelat positiv då en mer koncentrerad urin anses öka risken för sjukdom i de nedre urinvägarna. Att beräkna en individuell katts vattenbehov är svårt då det finns ett stort antal saker som kan påverka behovet. Förutom bland annat lufttemperaturen och aktivitetsnivån påverkar även innehållet i det foder katten får. En större mängd protein och en större mängd salt ökar båda kattens behov av att få i sig vatten.

En genomgång av de studier som undersökt vattenintag och urinvolym visar att torrfoder generellt medför en mindre urinvolym. När mängden urin jämförs med hur många ml vatten katten fått i sig totalt visar sig torrfoder alltid medföra en mindre mängd urin. Förutom en mindre urinvolym hittar även genomgången att vattenintaget för varje gram foder som katten äter är lägre när katten får torrfoder. Detta medför att de nedbrytningsprodukter som bildas när fodret omsätts i kroppen och som behöver utsöndras med urinen blir fler för varje ml urin, koncentrationen av urinen ökar. Skillnaden i vattenintag är även oberoende av innehållet i fodret. Om ett foder enbart tillsätts vatten, utan att förändra några andra ingredienser, medför fodret med högst vatteninnehåll störst totalt vattenintag.

Den minskade urinvolymen tillsammans med den ökade koncentrationen av urinen är en trolig orsak till att torrfoder även visats ge katten en generell ökad risk för att drabbas av sjukdom i de nedre urinvägarna. Ett flertal studier har funnit att av de katter som diagnostiserats med urinvägssjukdom är det fler som ätit torrfoder samt i en större utsträckning än de katter som är friska. Det är dock en minoritet av alla katter som äter torrfoder som drabbas av urinvägssjukdom vilket tyder på att fler faktorer är involverade och krävs för att sjukdom ska kunna utvecklas. För de katter som redan har drabbats

medför däremot inte torrfoder några fördelar. För behandling av sjukdom i de nedre urinvägarna är det fördelaktigt med en större urinvolym med en låg koncentration, vilket visats i de studier som undersökt behandling med hjälp av foder innehållande mycket vatten. Samtliga har sett att de katter som blivit drabbade hade färre problem med de nedre urinvägarna när de fick ett foder med högre vatteninnehåll. Därför bör inte de katter som drabbas av sjukdom i de nedre urinvägarna få ett torrfoder.

Energimängden i fodret påverkas av protein, fett och kolhydrater, medan energitätheten främst påverkas av innehållet av ingredienser som inte tillför energi. Då den torra foderformen innehåller så lite vatten, en ingrediens som inte tillför energi, blir tätheten av energi större. Lika svårt som det är att beräkna behovet av vatten för en individuell katt är det att beräkna behovet av energi. Energirekommendationer kan skilja sig ganska brett åt, beroende på saker som ålder och om katten är kastrerad eller inte. Då övervikt ökar risken för ett stort antal sjukdomar är det viktigt för kattens hälsa att hålla en normal vikt.

Flera studier har undersökt foder med olika energitäthet för att se om dessa medför olika energiintag. Dessa visar samtliga att de foder med högre energitäthet gjorde att katten fick ett ökat energiintag. Energiintagen skilde sig brett åt mellan studier men inom varje studie så fick de katter som åt ett foder med lägre energitäthet i sig mindre energi totalt. Det mindre energiintaget som hittades var dock inte särskilt stort, det är inte sannolikt att den lilla skillnaden ensamt kan ge upphov till det stora antal överviktiga katter som finns idag.

Detta fynd överensstämmer dessutom med att torrfoder inte sågs generellt eller påtagligt öka risken för övervikt hos katten. Flera studier har undersökt ett flertal olika saker som misstänkts vara en bidragande orsak till att katten går upp i vikt. Ingen av dessa kunde hitta att torrfoder generellt ökade antalet katter som var överviktiga. Däremot sammankopplades foder med högre energitäthet med större risk i flera studier. De studier som undersökt energiintag för foder med olika energitäthet såg även att katterna som åt foder med lägre energitäthet, vilket medförde att de fick i sig något mindre energi, även hade positiva effekter på katternas vikt. Både för överviktiga katter som ska banta såväl som för normalviktiga katter som inte ska gå upp i vikt har foder med låg energitäthet setts vara fördelaktigt jämfört med foder med högre energitäthet. Dessutom kan det både för kattens ägare och för katten vara fördelaktigt att använda foder med lägre energitäthet åtminstone till viss del vid bantning då detta setts medföra att katten uttrycker färre tecken på hunger.

Kolhydrater bryts i kroppen ner till glukos som sedan används som energi av kroppens celler. Koncentrationen av glukos i blodet regleras främst av insulin som utsöndras av bukspottskörteln. Insulin påverkar celler till att ta upp glukos från blodet. En hög koncentration av glukos i blodet kan i längden medföra att de celler som är ansvariga för att producera och utsöndra insulin blir uttröttade. När tillräckliga mängder insulin inte längre utsöndras kan inte cellerna ta upp glukos från blodet och koncentrationen ökar, katten har fått diabetes mellitus. Även här har katten en speciell förutsättning då katten evolutionärt inte är van vid ett högt kolhydratinnehåll i födan. Deras naturliga byten innehåller i snitt cirka 2 % kolhydrater medan torrfoder kan innehålla så mycket som över 50 % kolhydrater. Kattens sämre förutsättning att äta kolhydrater visas bland annat i att de helt saknar vissa enzymer i levern som är nödvändiga för glukosupptaget.

Trots denna sämre förutsättning för att omsätta kolhydrater visar en genomgång av de studier som undersökt foder med högt kolhydratinnehåll att kattens koncentration av glukos i blodet inte påverkas av hur mycket kolhydrater de äter. Enbart när fodret innehåller ren glukos eller när katter med diabetes mellitus inte blir behandlade med insulininjektioner påverkar fodret kattens blodglukoskoncentration. Genomgången visar dock att olika kolhydratkällor kan påverka blodglukoskoncentrationen olika mycket. Både

ris och majs har setts påverka mer jämfört med mer ovanliga kolhydrater som linser eller ärtor.

I likhet med att blodglukoskoncentrationen inte tydligt påverkas av mängden kolhydrater har inte heller torrfoder setts öka risken för diabetes mellitus. Trots detta har antalet katter som drabbas av diabetes mellitus setts öka de senaste åren. En anledning till denna ökning misstänks, trots de resultat som hittats, vara torrfoder. Även om inte blodglukoskoncentrationen påverkas av torrfoder kan ett högt kolhydratinnehåll i fodret medföra ett större behov av insulinproduktion. Som tidigare beskrevs kan ett större behov av insulin i längden trötta ut de celler som ska producera insulin. Hur ett torrfoder påverkar katten i längden återstår ännu att utreda. För katten som redan drabbats av diabetes mellitus är det däremot enbart fördelaktigt att äta så lite kolhydrater som möjligt. Flera studier har visat att om katten får ett foder innehållande lite kolhydrater får de färre problem av sin sjukdom. Ett stort antal katter kan till och med sluta behandlas med insulininjektioner, i princip bli botade, när de får ett foder innehållande lite kolhydrater. Då katten även har möjligheten att helt och hållet utesluta kolhydrater från födan är detta mycket troligt en bra väg att gå.

Sammanfattningsvis visar denna litteraturstudie att torrfoder har en viss påverkan på och konsekvenser för kattens hälsa. För den friska katten är denna påverkan så pass liten att det troligen och förhoppningsvis inte medför några negativa konsekvenser. För en katt som drabbats av sjukdom i de nedre urinvägarna, är överviktig eller har diabetes mellitus är det däremot positivt att inte äta torrfoder. Denna kunskap är viktig för så väl djursjukskötare som ägare till katter.

8. Tack

Jag vill tacka min underbara flickvän Sandra Johansson för stödet både i arbetet och livet. Gandalf och Galadriel samt bonuskatterna Nisse och Maja får även de ett stort tack, utan dem skulle inte detta arbete ens varit påtänkt. Min handledare Marie Sallander är förtjänt av tack för värdefull respons och rådgivning. Vill även tacka Theres Dahlgren och Elin Arnersten för deras givande kommentarer under arbetets fortskridande.

9. Referenser

- Adolph, E.F. 1947. Tolerance to heat and dehydration in several species of mammals. *American Journal of Physiology*. 151, 564-575.
- Allan, F.J., Pfeiffer, D.U., Jones, B.R., Esslemont, D.H.B. & Wiseman, M.S. 2000. A cross-sectional study of risk factors for obesity in cats in New Zealand. *Preventive Veterinary Medicine*. 46, 183-196.
- Anderson, R.S. 1982. Water balance in the dog and cat. *Journal of Small Animal Practice*. 23, 588-598.
- Appleton, D.J., Rand, J.S. & Sunvold, G.D. 2000. Plasma leptin concentrations in cats: reference range, effect of weight gain and relationship with adiposity as measured by dual energy x-ray absorptiometry. *Journal of Feline Medicine and Surgery*. 2, 191-199.
- Appleton, D.J., Rand, J.S. & Sunvold, G.D. 2001. Insulin sensitivity decreases with obesity, and lean cats with low insulin sensitivity are at greatest risk of glucose intolerance with weight gain. *Journal of Feline Medicine and Surgery*. 3, 211-228.
- Appleton, D.J., Rand, J.S., Priest, J., Sunvold, G.D. & Vickers, J.R. 2004. Dietary carbohydrate source affects glucose concentrations, insulin secretion, and food intake in overweight cats. *Nutrition Research*. 24, 447-467.
- Backus, R.C., Cave, N.J., Keisler, D.H. 2007. Gonadectomy and high dietary fat but not high dietary carbohydrate induce gains in body weight and fat of domestic cats. *British Journal of Nutrition*. 98, 641-650.
- Barker, J. & Povey, R.C. 1973. The feline urolithiasis syndrome: a review and an inquiry into the alleged role of dry cat foods in its aetiology. *Journal of Small Animal Practice*. 14, 445-457.
- Bartlett, P.C., van Buren, J.W., Bartlett, A.D. & Zhou, C. 2010. Case-control study of risk factors associated with feline and canine chronic kidney disease. *Veterinary Medicine International*. 2010, 1-9.
- Bennett, N., Greco, D.S., Peterson, M.E., Kirk, C., Mathes, M. & Fettman, M.J. 2006. Comparison of a low carbohydrate-low fiber diet and a moderate carbohydrate-high fiber diet in the management of feline diabetes mellitus. *Journal of Feline Medicine and Surgery*. 8, 73-84.
- Bermingham, E.N., Thomas, D.G., Morris, P.J. & Hawthorne, A.J. 2010. Energy requirements of adult cats. *British Journal of Nutrition*. 103, 1083-1093.
- Bissot, T., Servet, E., Vidal, S., Deboise, M., Sergheraert, R., Egron, G., Hugonnard, M., Heath, S.E., Biourge, V. & German, A.J. 2010. Novel dietary strategies can improve the outcome of weight loss programmes in obese client-owned cats. *Journal of Feline Medicine and Surgery*. 12, 104-112.
- Bjornvad, C.R., Nielsen, D.H., Armstrong, P.J., McEvoy, F., Hoelmjaer, K.M., Jensen, K.S., Pedersen, G.F. & Kristensen, A.T. 2011. Evaluation of a nine-point body condition scoring system in physically inactive pet cats. *American Journal of Veterinary Research*. 72, 433-437.
- Blood, D.C. & Studdert, V.P. 1999. *Saunders Comprehensive Veterinary Dictionary*, 2 ed. London, WB Saunders.
- Boag, A. & Hughes, D. 2007. Fluid therapy. I: *BSAVA Manual of Canine and Feline Emergency and Critical Care*, 2 ed (Ed. L.G. King & A. Boag). Gloucester, BSAVA.
- Buckley, C.M.F., Hawthorne, A., Colyer, A. & Stevenson, A.E. 2011. Effect of dietary water intake on urinary output, specific gravity and relative supersaturation for calcium oxalate and struvite in the cat. *British Journal of Nutrition*. 106, 128-130.
- Buffington, C.A.T., Westropp, J.L., Chew, D.J. & Bolus, R.R. 2006. Clinical evaluation of multimodal environmental modification (MEMO) in the management of cats with idiopathic cystitis. *Journal of Feline Medicine and Surgery*. 8, 261-268.
- Burger, I.H., Anderson, R.S. & Holme, D.W. 1980. Nutritional factors affecting water balance in the dog and cat. I: *Nutrition of the Dog and Cat* (Ed. R.S. Anderson). Oxford, Pergamon Press.
- Burger, I.H. 1985. Nutritional aspects of the feline urological syndrome (FUS). *Journal of Small Animal Practice*. 28, 447-455.
- Cameron, K.M., Morris, P.J., Hackett, R.M. & Speakman, J.R. 2011. The effects of increasing water content to reduce the energy density of the diet on body mass changes following caloric restriction in domestic cats. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*. 95, 399-408.
- Carciofi, A.C., Bazolli, R.S., Zanni, A., Kihara, L.R.L. & Prada, F. 2005. Influence of water content and the digestibility of pet foods on the water balance of cats. *Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science*. 42, 429-434.
- Case, L.P., Daristotle, L., Hayek, M.G. & Raasch, M.F. 2011. *Canine and feline nutrition*, 3 ed. Maryland Heights, Mosby Elsevier.
- Colliard, L., Paragon, B-M., Lemuet, B., Benet, J-J. & Blanchard, G. 2009. Prevalence and risk factors of obesity in an urban population of healthy cats. *Journal of Feline Medicine and Surgery*. 11, 135-140.
- Coradini, M., Rand, J.S., Morton, J.M. & Rawlings, J.M. 2011. Effects of two commercially available feline diets on glucose and insulin concentrations, insulin sensitivity and energetic efficiency of weight gain. *British Journal of Nutrition*. 106, 64-77.

- Courcier, E.A., O'Higgins, R., Mellor, D.J. & Yam, P.S. 2010. Prevalence and risk factors for feline obesity in a first opinion practice in Glasgow, Scotland. *Journal of Feline Medicine and Surgery*. 12, 746-753.
- de-Oliveira, L.D., Carciofi, A.C., Oliveira, M.C.C., Vasconcellos, R.S., Bazolli, R.S., Periera, G.T. & Prada, F. 2008. Effects of six carbohydrate sources on diet digestibility and postprandial glucose and insulin responses in cats. *Journal of Animal Science*. 86, 2237-2246.
- Fabricant, C.G. & Lein, D.H. 1982. Feline urolithiasis neither induced nor exacerbated by feeding a dry diet. *Journal of the American Hospital Association*. 20, 213-220.
- FEDIAF. 2011. Nutritional guidelines for complete and complementary pet food for cats and dogs. European pet food industry federation.
- Fekete, S., Hullar, I., Andrasofszky, E., Rigo, Z. & Berkenyi, T. 2001. Reduction of the energy density of cat foods by increasing their fibre content with a view to nutrients digestibility. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*. 85, 200-204.
- Feldhahn, J.R., Rand, J.S. & Martin, G. 1999. Insulin sensitivity in normal and diabetic cats. *Journal of Feline Medicine and Surgery*. 1, 107-115.
- Figlewicz, D.P., Schwartz, M.W., Seeley, R.J., Chavez, M., Baskin, D.G., Woods, S.C. & Porte, D. 1996. Endocrine regulation of food intake and body weight. *Journal of Laboratory and Clinical Medicine*. 127, 328-332.
- Forrester, S.D., Kruger, J.M. & Allen, T.A. 2010. Feline Lower Urinary Tract Disease. I: Small Animal Clinical Nutrition, 5 ed (Red. M.S. Hand, C.D. Thatcher, R.L. Remillard, P. Roudebush & B.J. Novotny). Topeka, Mark Morris Institute.
- Freeman, L.M., Abood, S.K., Fascetti, A.J., Fleeman, L.M., Michel, K.E., Laflamme, D.P., Bauer, C., Kemp, B.L.E., van Doren, J.R. & Willoughby, K.N. 2006. Disease prevalence among dogs and cats in the United States and Australia and proportions of dogs and cats that receive therapeutic diets or dietary supplements. *Journal of American Veterinary Medical Association*. 229, 531-534.
- Gaskell, C.J. 1989. The role of fluid in the feline urological syndrome. I: Nutrition of the Dog and Cat (Red. I.H. Burger & J.P.W. Rivers). Cambridge, Cambridge University Press.
- Gayet, C., Bailhache, E., Dumon, H., Martin, L., Siliart, B. & Nguyen, P. 2004. Insulin resistance and changes in plasma concentration of TNF, IGF1, and NEFA in dogs during weight gain and obesity. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*. 88, 157-165.
- Gerber, B., Boretti, F.S., Kley, S., Luluha, P., Muller, C., Sieber, N., Unterer, S., Wenger, M., Fluckiger, M., Glaus, T. & Reusch, C.E. 2005. Evaluation of clinical signs and causes of lower urinary tract disease in European cats. *Journal of Small Animal Practice*. 46, 571-577.
- Grant, D.C. 2010. Effect of water source on intake and urine concentration in healthy cats. *Journal of Feline Medicine and Surgery*. 12, 431-434.
- Gross, K.L., Jewell, D.E., Yamka, R.M., Schoenherr, W.D., Khoo, C., Debraekeleer, J., Friesen, K.G. & Zicker, S.C. 2010. Macronutrients. I: Small Animal Clinical Nutrition, 5 ed (Red. M.S. Hand, C.D. Thatcher, R.L. Remillard, P. Roudebush & B.J. Novotny). Topeka, Mark Morris Institute.
- Gunn-Moore, D.A. & Shenoy, C.M. 2004. Oral glucosamine and the management of feline idiopathic cystitis. *Journal of Feline Medicine and Surgery*. 6, 219-225.
- Harper, E.J., Stack, D.M., Watson, T.D.G. & Moxham, G. 2001. Effects of feeding regimens on bodyweight, composition and condition score in cats following ovariohysterectomy. *Journal of Small Animal Practice*. 42, 433-438.
- Hashimoto, M., Funaba, M., Abe, M. & Ohshima S. 1995. Dietary protein levels affect water intake and urinary excretion of magnesium and phosphorus in laboratory cats. *Experimental Animals*. 44, 29-35.
- Hawthorne, A.J. & Markwell, P.J. 2004. Dietary sodium promotes increased water intake and urine volume in cats. *Journal of Nutrition*. 134, 2128-2129.
- Hewson-Hughes, A.K., Gilham, M.S., Upton, S., Colyer, A., Butterwick, R. & Miller, A.T. 2011. Postprandial glucose and insulin profiles following a glucose-loaded meal in cats and dogs. *British Journal of Nutrition*. 106, 101-104.
- Hoenig, M., Thomaseth, K., Waldron, M. & Ferguson, D.C. 2007. Insulin sensitivity, fat distribution, and adipocytokine response to different diets in lean and obese cats before and after weight loss. *American Journal of Physiology - Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*. 292, 227-234.
- Hoenig, M., Jordan, E.T., Glushka, J. Kley, S., Patil, A., Waldron, M., Prestegard, J.H., Ferguson, D.C., Wu, S. & Olson, D.E. 2011. Effect of macronutrients, age, and obesity on 6- and 24-h postprandial glucose metabolism in cats. *American Journal of Physiology – Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*. 301, 1798-1807.
- Hughes, K.L., Slater, M.R., Geller, S., Burkholder, W.J. & Fitzgerald, C. 2002. Diet and lifestyle variables as risk factors for chronic renal failure in pet cats. *Preventive Veterinary Medicine*. 55, 1-15.
- Jackson, O.F. 1972. The dry cat food controversy. *The Veterinary Record*. 91, 292- 293.
- Jackson, O.F. & Tovey, J.D. 1977. Water balance studies in domestic cats. *Feline Practice*. 7, 30-33.

- Jones, B.R., Sanson, R.L. & Morris, R.S. 1997. Elucidating the risk factors of feline lower urinary tract disease. *New Zealand Veterinary Journal*. 45, 100-108.
- Kaiyala, K.J., Woods, S.C. & Schwartz, M.W. 1995. New model for the regulation of energy balance and adiposity by the central nervous system. *American Journal of Clinical Nutrition*. 62, 1123-1134.
- Kienzle, E. 1993a. Carbohydrate metabolism of the cat 1. Activity of amylase in the gastrointestinal tract of the cat. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*. 69, 92-101.
- Kienzle, E. 1993b. Carbohydrate metabolism of the cat 2. Digestion of starch. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*. 69, 102-114.
- Kienzle, E. 1993c. Carbohydrate metabolism of the cat 3. Digestion of sugars. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*. 69, 203-210.
- Kienzle, E. 1994. Blood sugar levels and renal sugar excretion after the intake of high carbohydrate diets in cats. *Journal of Nutrition*. 124, 2563-2567.
- Kienzle, E. 2002. Further developments in the prediction of metabolizable energy (ME) in pet food. *Journal of Nutrition*. 132, 1796-1798.
- Laflamme, D.P. 2006. Understanding and managing obesity in dogs and cats. *Veterinary Clinics – Small Animal Practice*. 36, 1283-1295.
- Lederer, R., Rand, J.S., Jonsson, N.N., Hughes, I.P. & Morton, J.M. 2009. Frequency of feline diabetes mellitus and breed predisposition in domestic cats in Australia. *The Veterinary Journal*. 179, 254-258.
- Lekcharoensuk, C., Osborne, C.A. & Lulich, J.P. 2001a. Epidemiologic study of risk factors for lower urinary tract diseases in cats. *Journal of the American Veterinary Medical Association*. 218, 1429-1435
- Lekcharoensuk, C., Osborne, C.A., Lulich, J.P., Pusoonthornthum, R. Kirk, C.A., Ulrich, L.K., Koehler, L.A., Carpenter, K.A. & Swanson, L.L. 2001b. Association between dietary factors and calcium oxalate and magnesium ammonium phosphate urolithiasis in cats. *Journal of the American Veterinary Medical Association*. 219, 1228-1237.
- Lewis, L.D. & Morris, M.L. 1984. Feline urologic syndrome: causes and clinical management. *Veterinary Medicine & Small Animal Clinician*. 79, 323-337.
- Luckschander, N., Iben, C., Hosgood, G., Gabler, C. & Biourge, V. 2004. Dietary NaCl does not affect blood pressure in healthy cats. *Journal of Veterinary Internal Medicine*. 18, 463-467.
- Lund, E.M., Armstrong, P.J., Kirk, C.A. & Klausner, J.S. 2005. Prevalence and risk factors for obesity in adult cats from private US veterinary practices. *The International Journal of Applied Research in Veterinary Medicine*. 3, 88-96.
- MacDonald, M.L., Rogers, Q.R. & Morris J.G. 1984. Nutrition of the domestic cat – a mammalian carnivore. *Annual Review of Nutrition*. 4, 521-562.
- Martin, G.J.W. & Rand, J.S. 1999. Food intake and blood glucose in normal and diabetic cats fed ad libitum. *Journal of Feline Medicine and Surgery*. 1, 241-251.
- Mazzaferro, E.M., Greco, D.S., Turner, A.S. & Fettman, M.J. 2003. Treatment of feline diabetes mellitus using an alfa-glucosidase inhibitor and a low-carbohydrate diet. *Journal of Feline Medicine and Surgery*. 5, 183-189.
- McCann, T.M., Simpson, K.E., Shaw, D.J., Butt, J.A. & Gunn-Moore, D.A. 2007. Feline diabetes mellitus in the UK: the prevalence within an insured cat population and a questionnaire-based putative risk factor analysis. *Journal of Feline Medicine and Surgery*. 9, 289-299.
- Morris, J.G., Trudell, J. & Pencovic, T. 1977. Carbohydrate digestion by the domestic cat (*Felis catus*). *British Journal of Nutrition*. 37, 365-373.
- Morris, J.G. 2002. Idiosyncratic nutrient requirements of cats appear to be diet-induced evolutionary adaptations. *Nutrition Research Reviews*. 15, 153-168.
- Morris, P.J., Calvert, E.L., Holmes, K.L., Hackett, R.M. & Rawlings, J.M. 2006. Energy intake in cats as affected by alterations in diet energy density. *Journal of Nutrition*. 136, 2072-2074.
- Nelson, R.W., Scott-Moncrieff, J.C., Feldman, E.C., DeVries-Concannon, S.E., Kass, P.H., Davenport, D.J., Kiernan, C.T. & Neal, L.A. 2000. Effect of dietary insoluble fiber on control of glycemia in cats with naturally acquired diabetes mellitus. *Journal of American Veterinary Medical Association*. 216, 1082-1088.
- Pachel, C. & Neilson J. 2010. Comparison of feline water consumption between still and flowing water sources: a pilot study. *Journal of Veterinary Behavior*. 5, 130-133.
- Plantinga, E.A., Bosch, G. & Hendriks, W.H. 2011. Estimation of the dietary nutrient profile of free-roaming feral cats: possible implications for nutrition of domestic cats. *British Journal of Nutrition*. 106, 35-48.
- Prahl, A., Gupta, L., Glickman, N.W., Tetrack, M. & Glickman, L.T. 2007. Time trends and risk factors for diabetes mellitus in cats presented to veterinary teaching hospitals. *Journal of Feline Medicine and Surgery*. 9, 351-358.
- Prentiss, P.G., Wolf, A.V. & Eddy, H.A. 1959. Hydropenia in cat and dog – ability of the cat to meet its water requirements solely from a diet of fish or meat. *American Journal of Physiology*. 196, 626-632.

- Rand, J.S., Fleeman, L.M., Farrow, H.A., Appleton, D.J. & Lederer, R. 2004. Canine and feline diabetes mellitus: nature or nurture?. *Journal of Nutrition*. 134, 2072-2080.
- Reif, J.S., Bovee, K., Gaskell, C.J., Batt, R.M. & Maguire, T.G. 1977. Feline urethral obstruction: a case-control study. *Journal of the American Veterinary Medical Association*. 170, 1320-1324.
- Rieder, J., Seipel, J., Biermann, K. & Nolte, I. 2008. Canine and feline diabetes mellitus: a retrospective epidemiological study (1996-2006). *Tierärztlichen Praxis*. 36, 169-175.
- Robertson, I.D. 1999. The influence of diet and other factors on owner-perceived obesity in privately owned cats from metropolitan Perth, Western Australia. *Preventive Veterinary Medicine*. 40, 75-85.
- Russel, K., Sabin, R., Holt, S., Bradley, R. & Harper, E.J. 2000. Influence of feeding regimen on body condition in the cat. *Journal of Small Animal Practice*. 41, 12-17.
- Sauer, L.S., Hamar, D. & Lewis, L.D. 1985. Effect of diet composition on water intake and excretion by the cat. *Feline Practice*. 15, 16-21.
- Seefeldt, S.L. & Chapman, T.E. 1979. Body water content and turnover in cats fed dry and canned rations. *American Journal of Veterinary Research*. 40, 183-185.
- Segev, G., Livne, H., Ranen, E. & Lavy, E. 2011. Urethral obstruction in cats: predisposing factors, clinical, clinicopathological characteristics and prognosis. *Journal of Feline Medicine and Surgery*. 13, 101-108.
- Senior, D.F. 1989. Fluid therapy, electrolyte and acid-base control. I: *Textbook of Veterinary Internal Medicine*, 3 ed (Red. S.J. Ettinger). Philadelphia, W. B. Saunders Company.
- Serpell, J.A. 2000. Domestication and history of the cat. I: *The Domestic Cat – The biology of its behaviour*, 2 ed (Red. D.C. Turner & P. Bateson). Cambridge, Cambridge University Press.
- Slingerland, L.I., Fazilova, V.V., Plantinga, E.A., Kooistra, H.S. & Beynen, A.C. 2009. Indoor confinement and physical inactivity rather than the proportion of dry food are risk factors in the development of feline type 2 diabetes mellitus. *The Veterinary Journal*. 179, 247-253.
- Sveriges Lantbruksuniversitet. 2007. Ämnesbeskrivningar vid SLU. <http://www-phd.slu.se/planeringsavdelningen/Amnesbeskrivningar%20huvudomraden2.pdf>, använd 2012-05-10.
- Tanaka, A., Inoue, A., Takeguchi, A., Washizu, T., Bonkobara, M. & Arai, T. 2005. Comparison of expression of glucokinase gene and activities of enzymes related to glucose metabolism in livers between dog and cat. *Veterinary Research Communications*. 29, 477-485.
- Thiess, S., Becskei, C., Tomsa, K., Lutz, T.A. & Wanner, M. 2004. Effects of high carbohydrate and high fat diet on plasma metabolite levels and on iv glucose tolerance test in intact and neutered male cats. *Journal of Feline Medicine and Surgery*. 6, 207-218.
- Thrall, B.E. & Miller, L.G. 1976. Water turnover in cats fed dry rations. *Feline Practice*. 6, 10-17.
- Toll, P.W., Yamka, R.M., Schoenherr, W.D. & Hand, M.S. 2010. Obesity. I: *Small Animal Clinical Nutrition*, 5 ed (Red. M.S. Hand, C.D. Thatcher, R.L. Remillard, P. Roudebush & B.J. Novotny). Topeka, Mark Morris Institute.
- Villaverde, C., Ramsey, J.J., Green, A.S., Asami, D.K., Yoo, S. & Fascetti, A.J. 2008. Energy restriction results in a mass-adjusted decrease in energy expenditure in cats that is maintained after weight regain. *Journal of Nutrition*. 138, 856-860.
- Walker, A.D., Weaver, A.D., Anderson, R.S., Crighton, G.W., Fennell, C., Gaskell, C.J. & Wilkinson, G.T. 1977. An epidemiological survey of the feline urological syndrome. *Journal of Small Animal Practice*. 18, 283-301.
- Wei, A., Fascetti, A.J., Villaverde, C. Wong, R.K. & Ramsey, J.J. 2011. Effect of water content in a canned food on voluntary food intake and body weight in cats. *American Journal of Veterinary Research*. 72, 918-923.
- Wichert, B., Schade, L., Gebert, S., Bucher, B., Zottmaier, B., Wenk, C. & Wanner, M. 2009. Energy and protein needs of cats for maintenance, gestation and lactation. *Journal of Feline Medicine and Surgery*. 11, 808-815.
- Wichert, B., Signer, M. & Uebelhart, D. 2011. Cats during gestation and lactation fed with canned food ad libitum: energy and protein intake, development of body weight and body composition. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*. doi: 10.1111/j.1439-0396.2011.01214.x
- Willeberg, P. 1975a. A case-control study of some fundamental determinants in the epidemiology of the feline urological syndrome. *Nordisk Veterinärmedicin*. 27, 1-14.
- Willeberg, P. 1975b. Diets and the feline urological syndrome: a retrospective case-control study. *nordisk Veterinärmedicin*. 27, 15-19.
- Willeberg, P. 1981. Epidemiology of the feline urological syndrome. *Advances in Veterinary Science and Comparative Medicine*. 25, 311-344.
- Zoran, D.L. 2002. The carnivore connection to nutrition in cats. *Journal of the American Veterinary Medical Association*. 221, 1559-1567.
- Zoran, D.L. & Buffington, C.A. 2011. Effects of nutrition choices and lifestyle changes on the well-being of cats, a carnivore that has moved indoors. *Journal of American Veterinary Medical Association*. 5, 596-606.

Vid **Institutionen för husdjurens miljö och hälsa** finns tre publikationsserier:

- * **Avhandlingar:** Här publiceras masters- och licentiatavhandlingar
- * **Rapporter:** Här publiceras olika typer av vetenskapliga rapporter från institutionen.
- * **Studentarbeten:** Här publiceras olika typer av studentarbeten, bl.a. examensarbeten, vanligtvis omfattande 7,5-30 hp. Studentarbeten ingår som en obligatorisk del i olika program och syftar till att under handledning ge den studerande träning i att självständigt och på ett vetenskapligt sätt lösa en uppgift. Arbetenas innehåll, resultat och slutsatser bör således bedömas mot denna bakgrund.

Vill du veta mer om institutionens publikationer kan du hitta det här:
www.slu.se/husdjurmiljohalsa

DISTRIBUTION:

Sveriges lantbruksuniversitet
Fakulteten för veterinärmedicin och
husdjursvetenskap
Institutionen för husdjurens miljö och hälsa
Health
Box 234
532 23 Skara
Tel 0511-67000
E-post: hmh@slu.se
Hemsida:
www.slu.se/husdjurmiljohalsa

*Swedish University of Agricultural Sciences
Faculty of Veterinary Medicine and Animal
Science
Department of Animal Environment and
P.O.B. 234
SE-532 23 Skara, Sweden
Phone: +46 (0)511 67000
E-mail: hmh@slu.se
Homepage:
www.slu.se/animalenvironmenthealth*
