



Forord

Denne masteroppgaven har blitt skrevet som en avslutning av masterstudiet i husdyrvitenskap, retning husdyrernæring ved Norges miljø- og biovitenskapelige universitet, (NMBU), Institutt for husdyr- og akvakulturvitenskap, våren 2014. Studieretningen husdyrvitenskap har gitt meg kunnskap om dyrs ernæring, produksjon av fôr, sammensetning av fôr, og matproduksjon. Masteroppgaven omhandler det dyret som ligger mitt hjerte nærmest, hunden. Jeg er spesielt interessert i hundeernæring, og derfor valgte jeg å skrive om mikromineraler og fiber i hundefôr.

Jeg vil spesielt takke min veileder, Øystein Ahlstrøm, som alltid har hatt tid til et møte og svare på spørsmål. Du har hjulpet meg med å se veien videre, når jeg har stått fast. Takk for innspill og hjelp med skrivearbeidet. Jeg må også takke mine venner på lesesalen Ina, Gunhild og Sissel som har hjulpet med å holde humøret oppe og har gjort det gøy å skrive master. Takk til mamma for korrekturlesing og til Lilja for hjelp med utforming i word.

Ås, 12.05.2014

Marte Moe

Innholdsfortegnelse

Forord	I
Sammendrag	IV
Abstract	VI
Innledning.....	1
Del 1- Teori	2
Hundens opprinnelse	2
Hundens fordøyelse- med fokus på mineraler og fiber	3
Historisk blikk på hundefôrproduksjon	6
Tørrfôr – hva består det av og hvordan produseres det?	7
Tilsetningsstoff- hva er det?	9
Mineraler	10
Mikromineralene jern, kobber og sink	11
Jern	11
Kobber	14
Sink.....	17
Forsøk med Cu og Zn kilder til hund og påvirkning på reproduksjon	20
Fiber i hundefôr	21
Mineraler og fiber.....	22
Betaglukaner - hvordan påvirker det helse hos hund	23
Fruktooligosakkarider og mannanoligosakkarider – prebiotika → næring til tarmbakterier	24
Del 2 – Innhold av jern, kobber, sink og fiberstoffer i kommersielle hundefôr.....	26
Metode.....	26
Labb.....	26
Appetitt.....	26
Royal Canin.....	27

Purina Pro Plan.....	27
Resultat og diskusjon	27
Jern	27
Kobber.....	28
Sink.....	30
Fiber	31
Konklusjon	34
Referanser.....	35
Vedlegg	40
Utrekning av energiinnhold og mineralinnhold	40
Fôrdeklarasjoner.....	42

Sammendrag

Den domestiserte hunden (*Canis familiaris*) stammer fra ulven (*Canis lupus*), og har vært sammen med mennesker i over 15 000 år. Etter flere hundre år med avl, har det oppstått svært mange ulike hunderaser. De ulike hunderasene har blitt avlet fram for ulike formål, som for eksempel jakt eller gjeting av buskap. Hunden er i dag mer et kjæledyr eller sportsdyr i den vestlige verden.

Hunden har en relativt kort tarmkanal sammenlignet med andre enmaga dyr og er derfor avhengig av lettfordøyelig fôr. Selv om hunden er en kjøtteter og foretrekker animalsk kost, blir de fôret med stivelsesrikt fôr. Forsøk har vist at hunder har utviklet bedre evne til å utnytte stivelse sammenlignet med ulv. Hunden kan dermed overleve på stivelsesrik vegetar kost, dersom nødvendige vitaminer og mineraler blir tilført fôret.

Kommersielle hundefôr kom på markedet for første gang på midten av 1800-tallet. Før dette måtte hunden nøye seg med matrester fra husholdningen eller finne mat ute. Noen lagde fôr til hunden selv. Etter at hunden ble et kjæledyr og en del av familien, ble eierne mer opptatt av hundens helse og ernæring. Helsefremmende oppdagelser innen humanernæring påvirker i stor grad hundeernæring. I markedsføringen av hundefôr brukes gjerne helseargumenter som eier kan kjenne seg igjen i.

Tørrfôr er den vanligste kommersielle hundefôrtypen på markedet, men det finnes også våtfôr (hermetisert) og rått fôr. Tørrfôr utgjør 78 % av den totale mengden hundefôr brukt i Norge. Av tørrfôret som brukes i Norge er 22 % norskprodusert og 78 % er produsert i utlandet av internasjonale fôrfirmaer. I hundefôr brukes det tilsetningsstoffer. Tilsetningsstoffer brukes av ulike årsaker, for eksempel for å sikre at hunden får dekket sitt næringsbehov, for å øke lagringstiden til fôret, for å bedre smaken på fôret osv. Mikromineralene jern, kobber og sink, som denne oppgaven omhandler, tilsettes i fôr til hunder fordi det er ikke alltid er tilstrekkelige mengder tilstede i råvarene. Fiber blir også ofte tilsatt i fôr til hunder, på grunn av sin positive effekt på immunforsvaret og tarmhelsen.

Del 2 av denne oppgaven presenterer en undersøkelse gjort på fôr til valper av mellomstore raser fra fire ulike fôrprodusenter, Labb, Appetitt, Royal Canin og Pro Plan. Fôrene ble sammenlignet med hensyn til mengde og kjemisk form av jern, kobber og sink. De ble også sammenlignet med generelle anbefalinger fra NRC og FEDIAF. Jern ble tilsatt i tre av fire fôr som jernsulfat monohydrat. Jerninnholdet varierte fra 51,4 mg til 119 mg/1000 kcal. Dette tilsvarer fra 233 – 540 % av det anbefalte. Kobber ble tilsatt i form av kobbersulfat

pentahydrat i tre av fire fôr. Kobberinnholdet varierte fra 3,85 mg til 12,8 mg/1000 kcal, tilsvarende 142 til 474 % av anbefalt nivå. Sink ble tilsatt som sinkoksid i fôrene til Labb og Appetitt, mens Pro Plan brukte sinksulfat monohydrat i sitt fôr. Sinkinnholdet i fôrene varierte fra 54,7 mg til 108,5 mg/1000 kcal, tilsvarende 218 til 434 % av anbefalt nivå.

Mineralnivåene var derfor langt høyere enn det anbefalte i alle fire fôr, og det var store variasjoner mellom de ulike fôrprodusentene. Labb og Appetitt begrunnet det høye mineralinnholdet i fôrene sine med at det har opparbeidet seg en bransjestandard.

I tillegg ble det undersøkt mengde av fibertypene betaglukan (MacroGard), fruktooligosakkarider (FOS), og mannanoligosakkarider (MOS), og om disse hadde noen effekt. MacroGard ble tilsatt i fôret fra Appetitt med en konsentrasjon på 0,05 %. Labb og Appetitt tilsatte 0,2-0,4 % FOS i sine fôr, Royal Canin tilsatte 0,34 % FOS. MOS ble tilsatt med en konsentrasjon på 1 % i fôrene til Labb og Appetitt. Royal Canin tilsatte 0,05 % MOS i sitt fôr. Pro Plan tilsatte ingen av de nevnte fibertypene. Tilsetting av FOS, MOS og MacroGard viste at produsentene ønsker å fremme dette som helsefremmende tilsetninger utenom vanlig fiberkilder som måtte finnes i øvrige vegetabiliske råvarer i fôrene. Den store variasjonen i tilsetting blant produsentene tyder på at det råder usikkerhet om bruk av fiber i hundefôr.

Abstract

The domesticated dog (*Canis familiaris*) originated from the wolf (*Canis lupus*), and has been living alongside humans for over 15 000 years. After hundreds of years of breeding several different dog breeds have arisen. Different breeds have been bred for various purposes such as hunting and herding of livestock. The dog is now considered more of a pet in the western world.

The dog has a relatively short gastrointestinal tract compared with other monogastric animals and is therefore dependent on highly digestible food. Even if dogs are carnivores, they are typically fed a omnivore type diet, and a study has shown that dogs have evolved a better ability to utilize starch. Thus, the dog can survive on a starch rich and vegetable based diet, if necessary vitamins and minerals are supplemented.

Commercial dog foods were introduced to the market in the first half of the 19th century. Before prepared dog food became available, dogs had to eat table scraps or find their food outside. Some people prepared food for the dog themselves. After the dog became a pet and a part of the family, the owners were more concerned about the dog's health and nutrition. Health promoting discoveries in human nutrition greatly affects dog nutrition. Dog owners respond to marketing of dog food with health arguments because they readily can identify with them.

Dry dog food is the most common type of commercial dog food on the market. Other types of dog food are canned dog food and raw food. Dry extruded dog food accounts for 78 % of dog food used in Norway, 22 % is canned dog food. Most of the dog food used in Norway is imported (78 %), and 22 % of the food is Norwegian produced. Additives is frequently used in dog food. Additives are used for various reasons, such as to ensure that the dog meet their nutritional needs, to prolong storage time of the feed, to enhance the palatability of the feed etc. Iron, copper and zinc, which this thesis focus on, are trace minerals that often are added to feed, because it is not always adequate amounts present in the raw ingredients. Dietary fiber is often added in dog food because of their positive effects on the immune system and gut health.

Part 2 of this master thesis consist of a survey done on diets from four different manufactures, Labb, Appetitt, Royal Canin and Pro Plan. The different diets were intended for puppies of medium breed, and were compared with the respect of the amount and chemical form of iron, copper and zinc, and fibre. Recommendations from NRC and FEDIAF was then compared

with the amounts of minerals in the four diets. Iron was added in three of four diets as iron sulfate monohydrate. The iron content varied from 51.4 mg to 119 mg/1000 kcal. This corresponds to 233-540 % of recommended level. Copper was added in the form of copper sulfate pentahydrate in three of four diets. The copper content varied from 3.85 mg to 12.8 mg/1000 kcal, which corresponds to 142 – 474 % of recommended level. Zinc was added as zinc oxide in the diets from Labb and Appetitt, and as zinc sulfate monohydrate in the diet from Pro Plan. The content of zinc varied from 54.7 mg to 108.5 mg/1000 kcal, which corresponds to 218 – 434 % of recommended level. The mineral levels in all four diets were much higher than recommended, and the diets from the four manufactures varied greatly. According to the representative of Labb and Appetitt the reason for the high mineral content in the diets was because of an industry standard.

For the same dog foods, the level of the fiber types betaglucans (MacroGard), fructooligosaccharides (FOS) and mannanoligosaccharides (MOS) were investigated, and whether or not they had any effect. MacroGard was added in the diet from Appetitt (0,05 %). Labb and Appetitt added 0,2-0,4 % FOS in their diets, while Royal Canin added 0,34 % in their diet. MOS was added to the Labb and Appetitt diets (1 %), and to the diet from Royal Canin (0,05 %). Pro Plan did not add any of the mentioned fiber types. Addition of FOS, MOS and MacroGard to diets showed that the manufactures wished to promote these fiber sources as health promoting additives, which is different to the dietary fiber sources that are present in the raw materials. The large variation among the producers in supplement of fiber shows that there is an uncertainty in the practical use of fiber in dog food.

Innledning

Mennesker har hatt selskap av hunder i ca. 10 – 15 000 år, kanskje enda lenger (Savolainen et al. 2002). I starten var hunden en jaktkamerat, hjalp til med gjeting av buskapen eller vokter menneskenes bosted. I løpet av de siste 300-400 årene har flere hunderaser blitt avlet fram for ulike formål, særlig jakt. I dag er hunden mer et kjæledyr eller sportsdyr i den vestlige verden, og blir nå sett på som et familiemedlem. Før det ble vanlig med egne fôr til hund, spiste hundene rester fra husholdningen, og det de fant ute. De første kommersielle hundefôrene kom på markedet på midten av 1800-tallet, og ble raskt svært populære. Etter at hunden har gått fra å være en arbeidende medhjelper til å bli et kjæledyr, ser det ut til at hundeeiere har blitt mer og mer opptatt av hundens helse og ernæring.

Hundeeiere er interesserte i hva hundefôret inneholder, om det er bra for hunden og om det inneholder noen farlige stoffer. Kravene til hundefôr er at det skal gi hunden alt den har behov for ernæringsmessig og at den skal kunne leve et langt og sykdomsfritt liv. I tillegg til å dekke næringsbehovet er det ønskelig at fôret er smakelig, har en konsistens som hunden liker, og at fôret har tilfredsstillende hygienisk kvalitet. Avføringsmengde og konsistens er også et viktig kriterium som hundeeiere vurderer.

I dagens marked finnes det svært mange produsenter og fôrtyper til hund, og de selges i dagligvarebutikker, zoo-butikker og hos veterinærer. Fôrtypene blir mer og mer spesialiserte og mens man tidligere kun hadde fôr for ulike livsfaser, har det de siste årene dukket opp rasespesifikke fôr og fôr tilpasset hunder med spesielle sykdommer. De kommersielle fôrene er enkle å bruke fordi de fleste er fullfôr og inneholder alle næringsstoffer hunden trenger i riktige mengder og skal derfor dekke hele næringsbehovet.

Helsefremmende oppdagelser innen humanernæring overføres i stor grad til hundefôr. Finner man ut at en tilsetning gir en gunstig ernæringsmessig eller helsemessig effekt hos mennesker, vil hundefôrprodusentene ofte tilsette det samme til hund, eller det forbrukere gjerne spør etter til sin hund. Fôrindustrien vil så prøve å imøtekomme ønsket fra forbrukeren og tilsette det i fôret. I markedsføringen av fôret brukes helseargumenter som eier kan kjenne seg igjen i. Dessverre er dokumentasjonen ofte dårlig og det er få vitenskapelig bevis for at dette gir en positiv effekt også for hund. Uten kliniske undersøkelser/forsøk på hund, er det usikkert om tilsetning av ikke-essensielle næringsstoffer virkelig har noen effekt hos hund. Man kan også stille spørsmålsteget ved effekten av å tilsette vitaminer og mineraler langt over anbefalt nivå.

Denne oppgaven vil være delt i to. Del 1 vil være basert på litteratur og gi en generell beskrivelse av hundens naturlige kosthold og fordøyelse, hundefôr og tilsetningsstoffer i hundefôr. Videre vil den ta for seg funksjon og behov av mikromineralene jern, kobber og sink. Virkning av fruktooligosakkarider, mannanoligosakkarider og betaglukaner i tarm og tilsetning av disse stoffene i fôret, vil også bli beskrevet. Del 2 vil omhandle tilsetninger i praksis.

Del 1- Teori

Hundens opprinnelse

Den domestiserte hunden (*Canis familiaris*) stammer fra gråulven (*Canis lupus*) som var det første dyret som ble domestisert. Hunden har vært menneskets nære følgesvenn i minst 15 000 år (Savolainen et al. 2002), men ulven har sannsynligvis vært i nærheten av menneskene i flere tusen år før det (Stafford, 2006). Resultatet av domestiseringen var at hunden ble fysisk lik på den unge ulven. De fysiske endringene førte til en mindre kropp, mindre tenner, kortere hodeskalle, endret pelsfarge og halen krøllet/ reiste seg (Goodwin et al. 1997).

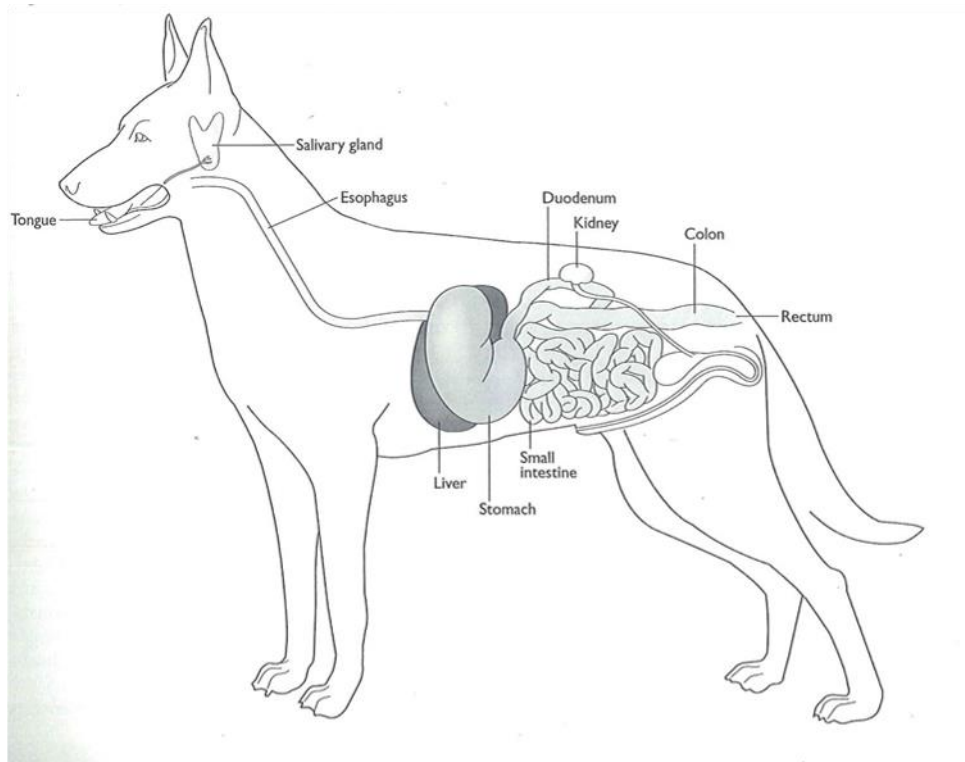
Hunden er det pattedyret som har størst variasjon i fenotype, det vil si ulik kroppsstørrelse, kroppsbygning og pelsfarge. Rasene varierer fra dvergtypen som Chihuahua til giganter som Grand Danois. Kroppsbygningen har blitt svært ulik ulvens for noen raser, og hårtypen, pelsfarge og fargemønster finnes i mange varianter.

Under naturlige forhold jakter ulven/hunden i flokk på ulike byttedyr, både store hjortedyr og små byttedyr som hare, mus. Kosten består også av bær, frukt og deler av planter. Dette gjør at hunden blir karakterisert nærmere en omnivor/alteter og ikke kun en kjøtteter. Hunden kan klare seg på kun vegetar kost, dersom den får tilført nødvendige vitaminer og mineraler. I menneskets varetid har hunden også blitt fôret med mye vegetabilsk mat, særlig korn og kornprodukter som den utnytter godt. Dette har nok bidratt til at en har sett på hunden som omnivore. Genstudier har også vist at hunden har skilt seg fra ulven ved å ha utviklet bedre evne til å fordøye stivelse i løpet av tiden sammen med menneske (Axelsson et al. 2013).

Hundens fordøyelse- med fokus på mineraler og fiber

Hunden har en forholdsvis kort tarmkanal sammenlignet med andre enmaga dyr, og er derfor avhengig av lettfordøyelig fôr fra animalske kilder. Hos hunden består fordøyelseskanalen av munnhulen, svelget (pharynx), spiserøret, magesekken, tynntarm, tykktarm og endetarm (figur 1). Spyttkjertlene, pankreas og leveren ligger på utsiden av fordøyelseskanalen og skiller ut sekret i fordøyelseskanalen.

Fordøyelsesprosessen deles inn i fire prosesser; mekanisk fordøyelse, sekresjon av enzymholdige fordøyelsesvæsker, enzymatisk nedbrytning av organiske næringsstoffer og absorpsjon (Sjaastad et al. 2003). Hunden var opprinnelig kjøtteter slik som ulven, og har tenner som er tilpasset å rive kjøtt. Den enzymatiske fordøyelsen som foregår i magesekk og tynntarm er derfor viktigst hos hund.



Figur 1. Fordøyelsessystemet til hunden (Sjaastad et al. 2003).

Den mekaniske fordøyelsen av fôret begynner i munnhulen der tygging vil redusere partikkelstørrelsen til fôret. Reduksjonen i partikkelstørrelse vil gjøre at fôret er lettere å svelge og det øker overflaten, noe som gjør at enzymatisk eller mikrobiell nedbrytning kan foregå. Fôret som tas opp blir fysisk tygget, og det blandes med spytt. Spytt utskilles i munnen ved at dyret ser eller lukter fôret. Spytten virker som et smøremiddel og gjør fôret

lettere å svelge. I tillegg er det med på å løse opp komponenter i fôret, som stimulerer smaksløkene og formidler smaken av fôret. Det finnes ikke fordøyelsesenzymer i spyttet hos hund, slik det gjør hos mennesker og dyrearter som spiser vegetabilsk materiale og som har enzymet amylase i spyttet. Derfor starter den kjemiske nedbrytningen av fôret i magesekken. Spyttet har også en annen viktig funksjon hos hund, nemlig å regulere kroppstemperaturen (Case et al, 2011).

Hunden har en svært elastisk magesekk som er tilpasset store måltider. I magesekken skjer det noe nedbrytning av protein og stivelse. Saltsyre, som produseres i magesekken, er viktig for å drepe bakterier som følger fôret inn i magesekken, mens proteaser setter i gang hydrolysen av protein. Magens viktigste oppgave er å oppbevare fôr og å overføre mageinnholdet til tynntarmen med en hastighet som sikrer høy fordøyelseeffektivitet. En hund kan spise 20 % av sin egen kroppsvekt i et måltid. Da er det viktig å ha et lagringssted for denne maten, slik at tarmene opprettholder sin effektivitet (Sjaastad et al, 2003).

Det meste av den kjemiske nedbrytningen og absorpsjonen av fôr skjer i tynntarmen hos hund. Fett kommer intakt til tynntarm og brytes ned ved hjelp av enzymer til glyserol, frie fettsyrer, monoglyserider og diglyserider. Karbohydrater brytes ned til monosakkarider (glukose), og proteiner brytes ned til aminosyrer og peptider, ved hjelp av enzymer skilt ut fra pankreas (bukspyttkjertelen) og tynntarmens epitelceller. De karbohydratene og proteinene som ikke blir brutt ned og absorbert i tynntarm, går videre til tykktarmen. I tykktarmen finnes det mikrober som kan bryte ned disse tungtfordøyelige substansene (Sjaastad et al, 2003). Tykktarmens viktigste oppgave er absorpsjon av vann og enkelte elektrolytter, som for eksempel natrium (Case et al, 2011).

Sammenligner man hundens tarmkanal med andre enmaga dyr (tabell 1), ser man at hunden har en kort tynntarm, mens magesekken har et stort volum. Tykktarmen er mindre hos hund enn hos gris, kanin og hest som er spesialisert på vegetarkost. Generelt passerer fôret relativt raskt igjennom tarmkanalen og hunden er derfor avhengig av at fôret har høy fordøyelighet. Total passasjehastighet hos hund varierer fra 4-12 timer, men passasjehastigheten avhenger av fôrets næringsinnhold og størrelse på måltidet. Mer fôr øker passasjehastigheten, noe som kan redusere fordøyeligheten.

Tabell 1. Prosentvis fordeling av de ulike avsnitt i mage/tarmkanalen hos noen enmaga dyr

Dyreart	Magesekk	Tynntarm	Tykkarm	
	% volum	% volum	Lengde (m)	% volum
Hund	62	23	4	14
Gris	29	33	28	38
Kanin	15	12	3,5	50
Hest	9	21	22	54

Absorpsjon av de fleste mineraler skjer i tynntarm. Det er vanskelig å måle fordøyeligheten til mineraler, fordi de blir tilført fra kroppen og resirkulert. Absorpsjon av jern og kalsium er regulert etter dyrets behov. Jern absorberes fra tarmen ved aktiv transport. Dersom innholdet av jern i kroppen er lav, vil transferrin transportere Fe^{2+} fra tarmen, mens hvis jerninnholdet er høyt vil plasma-transferrin være mettet og jern kan ikke bli transportert fra tarmen. Jern blir da bundet til epitelcellene som ferritin og deretter overført på nytt til tarmen. Ca^{2+} blir absorbert fra tarmen både ved aktiv transport og diffusjon.

Mekanismene for absorpsjon av mikromineraler fra tynntarm er fortsatt uklare. I mange tilfeller vil absorpsjon av et mikromineral påvirke absorpsjonen av et annet. For eksempel kan store mengder sink i fôret redusere absorpsjonen av kobber. Tarmen vil bygge en barriere mot enkelte mikromineraler for å beskytte kroppen mot absorpsjon av mineraler den ikke trenger (Sjaastad et al, 2003).

Fordøyelse av fiber hos hund skjer hovedsakelig i tykkarm, ved hjelp av mikrober. Hundens fordøyelsesenzymmer som er tilstede i tynntarm klarer ikke å bryte bindingene i fibermolekylet. Fordøyeligheten av fiber har vist seg å variere etter mengde tilsatt fiber i fôret. Fahey et al (1990) utførte et forsøk der sukkerbetefiber ble tilsatt hundefôr i ulik mengde. Fem fôr ble tilsatt henholdsvis 2,5, 5,0, 7,5, 10,0 og 12,5 % sukkerbetefiber. Kontrollfôret inneholdt ikke betefiber. Fordøyeligheten av fiber ble målt ved tre ulike parametere, NDF (cellulose, hemicellulose og lignin), ADF (cellulose og lignin) og TDF (total dietary fiber). Fordøyeligheten varierte fra 55,7-69,1 % for NDF og 49,4-63,1 % for TDF. Fordøyeligheten av NDF var høyest (69,1 %) da 12,5 % sukkerbetefiber ble tilsatt. Fordøyelighet av TDF var derimot høyest (63,1 %) da 2,5 % sukkerbetefiber ble tilsatt. Fordøyeligheten til kontrollfôret var på 61,2 % for NDF og 52,3 % for TDF. Selv om fordøyeligheten av fiber var ganske høy er det lite hunden kan utnytte som energikilde av det mikrobene bryter ned. Noe blir tatt opp som kortkjeda fettsyrer, hovedsakelig eddiksyre, propionsyre og smørsyre.

Historisk blikk på hundefôrproduksjon

Når hundeeiere skal velge type fôr til sin hund, står de ovenfor to valg. De kan enten lage fôret selv eller kjøpe et kommersielt produsert hundefôr. I dag velger de fleste å kjøpe et kommersielt fôr.

Historisk startet produksjonen av kommersielle hundefôr på midten av 1800-tallet. Før dette måtte hundene klare seg med middagsrester eller avfall fra husholdningen. Det første kommersielle hundefôret på markedet var en hundekjeks, utviklet av James Pratt i 1860-årene i England. Hundekjeksen ble en stor suksess og ble derfor senere tatt med til USA og solgt der (Case et al. 2011).

I 1922 introduserte the Chappel Brothers of Rockford hermetisert hundefôr som de kalte Ken-L-Ration. Rundt samme tid kom Samuel Gaines med et nytt produkt på markedet, det første tørrfôret. Tørrfôret bestod av flere tørkede og malte ingredienser som var blandet sammen og solgt i sekker på ca. 45 kg. Dette likte hundeeierne svært godt, det var praktisk og lite tidkrevende.

Tidlig på 1900-tallet ble hundefôr solgt gjennom egne fôrbutikker. Etter hvert kom hundefôret i salg i dagligvarebutikkene. Det var en viss skepsis i starten da man mente det var uhygienisk å selge hundemat på samme sted som menneskemat. Folk syntes etter hvert at det var både enkelt og billig å kjøpe hundefôr i matbutikken. Det var fortsatt hermetisert hundefôr som var mest populært blant hundeeierne. Dette endret seg da andre verdenskrig brøt ut. Det ble rasjonering på blant annet kjøtt, og metall var vanskelig å få tak i. Dermed økte fôrindustrien produksjonen av tørrfôr. Etter krigen økte populariteten til hermetisert hundefôr igjen. Det var først da ekstrudering av tørrfôr ble utviklet at tørrfôr ble mer populært. Prosessen med ekstrudering ble utviklet på 1950-tallet av forskere ved laboratoriene til Purina (Case et al. 2011).

På midten av 1970-tallet begynte en del firmaer å utvikle «premium» fôr til hund, grunnet eiernes økende interesse for kvalitetsfôr. Disse fôrene ble kun solgt i dyrebutikker, fôrbutikker eller hos veterinær. Disse produktene var de første som var spesialisert for ulike livsfaser (vekst, vedlikehold, senior). I det nye årtusenet har fôrprodusentene utviklet fôr tilpasset ulike raser, ulik helsetilstand og ulikt aktivitetsnivå (Case et al. 2011).

Tørrfôr – hva består det av og hvordan produseres det?

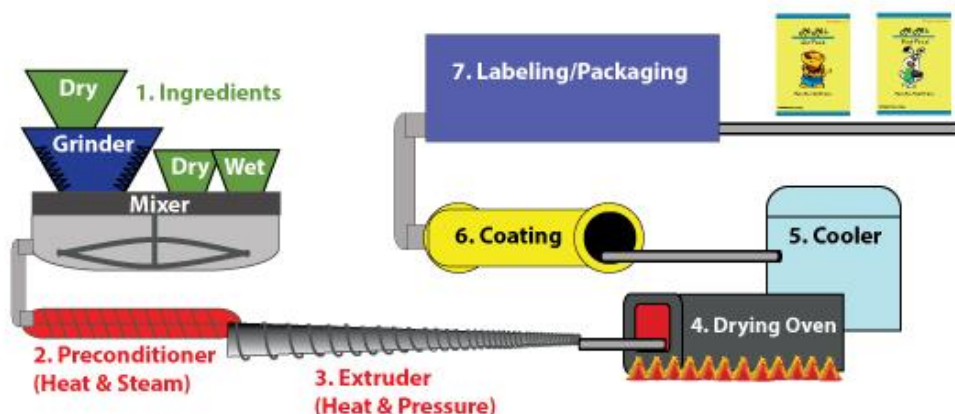
All kommersiell produksjon av kjæledyrfôr blir nøye regulert og kontrollert, og det utarbeides anbefalinger for næringsinnhold i fôret. I USA er det National Research Council (NRC) og the Association of American Feed Control Officials (AAFCO) som står for dette (Pet food institute, 2013). Europa har en tilsvarende organisasjon som heter The European Pet Food Industry Federation (FEDIAF). I Norge er det Mattilsynet som har ansvaret for at fôrindustrien følger regelverket og anbefalingene som er basert på de utenlandske.

I 2010 ble det produsert 4981 tonn tørrfôr til hund i Norge og 17 621 tonn tørrfôr ble importert fra utlandet. Det vil si at 22 % av tørrfôret var norskprodusert, og 78 % var produsert i utlandet av internasjonale fôrfirmaer (Mattilsynet, 2010). Felleskjøpet Agri er den største produsenten av tørrfôr til hund i Norge.

For å formulere en oppskrift på et hundefôr må en ha kjennskap til hundens behov for energi, protein (amino-syrer), fett (fettsyrer), mineraler og vitaminer. Energi i fôret kommer fra protein, karbohydrater og fett.

Et tørrfôr inneholder ca. 10-12 % vann, og dermed 88-90 % tørrstoff. Det lages av ulike ingredienser som korn, kornbiprodukter, soyaprodukter, animalske biprodukter (inkludert melkebiprodukter), fett og oljer, vitaminer og mineraler (NRC, 2006). Tørrfôr markedsføres hovedsakelig som ekstruderte eller bakte produkter. Ekstrudering er den vanligste produksjonsformen for hundefôr i dag.

Når hundefôr blir produsert med ekstrudering vil råvarene gå gjennom flere ulike prosesser som maling, blanding, kondisjonering (tilsetting av varme og damp), ekstrudering i ekstruder, tørking, kjøling, coating og pakking, som vist i figur 2.



Figur 2. Produksjonslinje for ekstrudering av hundefôr (Pet Food Institute, 2013)

Ekstruderingsprosessen går ut på at alle ingrediensene blandes sammen til en deig, og deretter blir deigen utsatt for høy temperatur (80-200 °C) og høyt trykk. Dette skjer i en maskin som kalles en ekstruder. Deigen går svært fort gjennom ekstruderen. Den høye temperaturen, det høye trykket og bevegelsen av deigen gjør at kokingsprosessen går svært fort (10 - 270 sekunder). Når deigen kommer til enden av ekstruderen, går den gjennom en matrise med små hull, og dermed kan en lage ønskede former på pelletsene. Roterende kniver kutter deigen opp i passe store pellets/fôrkuler. Idet pelletsene kommer ut av ekstruderen vil trykket falle til atmosfærisk trykk, og det vil skje en ekspansjon i pelletsen. Dette skaper hulrom med luft, som senere kan fylles med smaksstoffer osv. Ekstrudering fører til en rask forklistring av stivelse i deigen, noe som vil øke både smakeligheten og fordøyeligheten til fôret. For at ekstruderen skal kunne prosessere fôret optimalt er det nødvendig med en viss mengde stivelse for å få produktet til å ekspandere og beholde den fysiske formen. Etter kjøling kan de ekstruderte pelletsene bli coatet med fett, olje eller andre smaksfremmere. Varmluftstørking reduserer fuktigheten til produktet, slik at total fuktighet er 10 % eller mindre (Case et al, 2011).

Tilsetningsstoff- hva er det?

I produksjon av fôr er det vanlig med tilsetningsstoffer. De regnes ikke som en del av råvarene og blir som regel tilsatt i svært små mengder. Av ulike grunner er forbrukere generelt skeptiske til bruk av tilsetningsstoffer i mat og fôr til kjæledyr. EU utformer lovgivningen når det gjelder tilsetningsstoffer, både i fôr og matvarer. Alle tilsetningsstoffer må være godkjent/autorisert, og skal ikke ha skadelig virkning på mennesker eller dyrs helse, eller på miljøet (European Commission, 2008).

Mattilsynet fører kontroll med og forvalter regelverket om tilsetningsstoffer som brukes i Norge. Det finnes maksimumsgrenser for tillatte mengder det er lov å bruke av ulike tilsetningsstoffer. En del folk tror at tilsetningsstoffer blir tilsatt i unødvendige mengder, for å kunne selge mer av produktet. Dette er ikke tilfelle, siden mange tilsetningsstoffer er svært dyre.

Definisjon på et tilsetningsstoff: Stoff, mikroorganismer eller andre preparater enn fôrmidler eller premixer, som med hensikt tilsettes fôrvarer eller vann for særskilt å oppfylle en eller flere av følgende funksjoner (Forskrift om fôrvarer, 2002):

- Virke positivt på fôrets egenskaper
- Virke positivt på animalske produkters egenskaper
- Virke positivt på fargen til akvariefisk eller burfugler
- Tilfredsstillende dyrs næringsbehov
- Virke positivt på den miljøpåvirkningen husdyrproduksjonen gir
- Virke positivt på animalsk produksjon, ytelse, velferd spesielt ved å påvirke mage- og tarmfloraen og fôrets fordøyelighet
- Ha koksiodiostatisk eller histomonostatisk effekt (gjelder ikke hundefôr).

Tilsetningsstoffer kan deles inn i grupper etter virkeområde, vist i tabell 2.

Tabell 2. Kategorisk inndeling av tilsetningsstoffer, og eksempler på noen typer

Kategori	Eksempler
Teknologiske tilsetningsstoffer	Konserveringsmidler, antioksidanter
Sensoriske	Smaksfremmere, fargestoff
Ernæringsmessige	Vitaminer, mineraler, aminosyrer, mikromineraler, enzymer
Zooteknologiske	Fordøyelighetsforsterkere, stabilisatorer (tarmflora)
Koksiodiostatisk og histomonostatisk	

I hundefôr vil tilsetningsstoffer bli inkludert i fôret for å tilfredsstille dyrets næringsbehov, for å virke positivt på mage- og tarmfloraen og virke positivt på fôrets egenskaper. Mineraler er tilsetningsstoffer som hører til under kategorien «*tilfredsstille dyrs næringsbehov*» og fiber hører til under kategorien «*virke positivt på mage- og tarmfloraen*».

Mineraler

Mineraler er et tilsetningsstoff som skal dekke næringsbehovet til en hund. Generelt kan en si at mineraler er uorganiske elementer som er essensielle for kroppens metabolske prosesser fordi de i motsetning til andre næringsstoffer, ikke kan syntetiseres av levende organismer. Selv om kun 4 % av kroppsvekten til et dyr består av mineraler, er tilstedeværelsen av mineraler essensielle for liv. Mineraler har fire brede funksjoner: strukturell, fysiologisk, katalytisk og hormonell eller regulatorisk (McDowell, 2003).

Mineraler som er essensielle for hund er kalsium (Ca), fosfor (P), magnesium (Mg), svovel (S), natrium (Na), klor (Cl), kalium (K), jern (Fe), kobber (Cu), sink (Zn), jod (I), selen (Se), mangan (Mn), kobolt (Co) og krom (Cr).

Mineraler deles inn i makromineraler og mikromineraler/sporstoffer. Makromineralene er de det er størst mengde av i kroppen og derfor er også behovet høyest for disse. Behovet oppgis gjerne i g/kg. Makromineralene er Ca, P, Mg, S, Na og K. Mikromineraler som ofte kalles sporstoffer, inkluderer flere mineraler som er tilstede i kroppen i svært små mengder. Derfor er behovet for disse mineralene oppgitt i svært små mengder, ofte i mg/kg. Mikromineralene er Fe, Cu, Zn, I, Se, Mn, Co og Cr. Videre i oppgaven vil det bli fokusert på mikromineralene Fe, Cu og Zn.

Mikromineralene jern, kobber og sink

Fe, Cu og Zn er nødvendige for kroppen, og det kan oppstå både mangel, men også forgiftning. Alle mikromineraler har et optimumsnivå, det vil si det optimale nivået i kroppen, der det hverken er mangel eller for mye. I tabell 3 vises symptomer på mangel og overskudd av jern, kobber og sink, og deres naturlige kilder.

Tabell 3. Mangel- og forgiftningssymptomer for jern, kobber og sink og naturlige kilder

Mineral	Mangel	For mye	Naturlige kilder
Jern (Fe)	Anemi	Liten sannsynlighet; absorpsjonen er regulert etter behovet for jern	Indre organer som lever, nyrer
Kobber (Cu)	Anemi Svekket skjelettvekst	Arvelig sykdom som påvirker kobbermetabolismen fører til leverlidelser	Indre organer
Sink (Zn)	Dermatose Depigmentering av hår/pels Veksthemming Reproduksjonssvikt	Fører til kalsium og kobber mangel	Storfelever Mørkt fjørfekjøtt Melk Eggeplommer Belgfrukter

Jern

Fe er det mikromineralet det finnes mest av i dyrekroppen. Mer enn 90 % av Fe i kroppen er kombinert med proteiner og det viktigste proteinet er hemoglobin som er en viktig bestanddel i røde blodceller. Hemoglobin inneholder ca. 3,4 g Fe pr kg. Fe finnes også i blodserum i et protein som kalles transferrin. Transferrin står for transporten av Fe fra et sted i kroppen til et annet. Proteinene ferritin, som inneholder 200g/kg av Fe, finnes i milt, lever, nyre og beinmarg, og virker som et slags lager av Fe, se figur 3 (McDonald, 2002).

Den viktigste funksjonen til Fe er å delta i syntesen av hemoglobin og myoglobin, der Fe fungerer som transportør og binder av oksygen. Fe har i tillegg funksjoner i flere enzymsystemer (cytochromer) som virker i energimetabolismen (NRC, 2006).

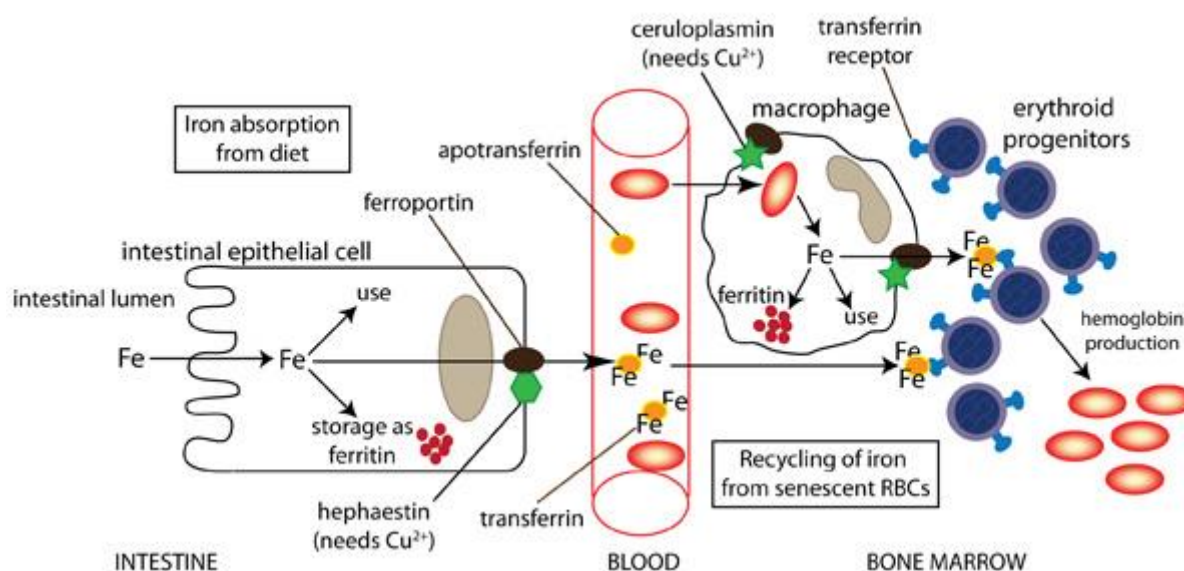
Dyr har generelt en begrenset kapasitet til å skille ut Fe, derfor er Fe- homeostasen i kroppen i stor grad kontrollert av absorpsjon. Absorpsjonen av Fe påvirkes av flere faktorer:

- Dyrets alder, jernstatus og helsestatus
- Forhold i mage-tarmkanalen

- Mengde og kjemisk form på jernet som er inntatt
- Mengde og andel av ulike andre komponenter i fôret, både organisk og uorganisk

Fe absorberes dårlig, men bedre fra animalske kilder enn fra vegetabiliske kilder. Generelt er det slik at dersom nivået av Fe i fôret øker, vil prosentvis absorbert Fe synke. Absorpsjonen av jern skjer gjennom hele mage-tarmkanalen, men mest i duodenum og jejunum. Selv om Fe ikke blir absorbert i magesekken, bidrar magesekken med saltsyre som bidrar til å frigjøre proteinbundet Fe ved proteindenaturering, og reduksjon av Fe^{3+} til Fe^{2+} . Fe absorberes som Fe^{2+} , Fe^{3+} i fôr og i kombinasjon med organiske komponenter. Vitamin C og aminosyren cystein bidrar til reduksjon av Fe fra Fe^{3+} til Fe^{2+} , og forbedrer dermed absorpsjonen av Fe (McDowell, 2003). Histidin og lysin øker også absorpsjonen av Fe^{2+} . Dette skyldes at Fe og aminosyrer danner et «chelate» som gjør at Fe lettere blir tatt opp (McDowell, 2003). Høye nivåer av fosfor (P) reduserer absorpsjonen, antakelig på grunn av dannelsen av uløselig jernfosfat (FePO_4) og fytinsyreforbindelse. Fytinsyre i fôret reduserer absorpsjonen av jern og andre mineraler, og dermed også biotilgjengeligheten. Høye nivåer av Cu, Mn, Pb og Cd i fôret, øker jernbehovet grunnet konkurranse om absorpsjonssteder i tarmslimhinnen (McDowell, 2003).

Forsøk gjort med kommersielt tørrfôr til hund har vist at absorpsjonen av Fe er svært lav. I forsøket til Kastenmayer et al. (2002) viste det seg at et fôr som inneholdt 218 mg/kg Fe fra jernsulfat, gav en absorpsjon på 8,8 % når jerninntaket var på 54,5 mg.



Figur 3. Absorpsjon, omsetning og lagring av jern. Jern som absorberes i tarmen lagres som ferritin i tarmepitelet eller transporteres i blodplasma som transferrin. Kobber er nødvendig for normal absorpsjon og transport av jern fra fôret. Enzymet ceruloplasmin inneholder Cu og hjelper til med bindingen av jern til transferrin (French et al. 2014).

Naturlige kilder til jern

Fe er tilstede i hundefôr i to former; organisk bundet Fe, hovedsakelig i form av heme, og uorganisk Fe. Absorpsjon av uorganisk Fe fra tarmen påvirkes av Fe-status, konsentrasjon av Fe i fôret og konsentrasjonen av andre mineraler i fôret som Ca, P, Zn og Cu (NRC, 2006).

Melk er en dårlig kilde til jern, og derfor kan valper som dier være utsatt for jernmangelanemi på slutten av dieperioden, dersom tilleggsfôring starter for sent. Valper som får melkeerstatning kan også utvikle alvorlig jernmangel (Wills og Simpson, 1994). Mange av ingrediensene og tilsetningene som brukes i hundefôr er rike på jern. Noen vanlig brukte jernkilder i hundefôr er jernsulfat heptahydrat (21,8 % Fe), kjøttbeinmel (2,8 % Fe), og dikalsiumfosfat (1,4 % Fe). Jernoksid (Fe_2O_3) og jernkarbonat (FeCO_3) har en ubetydelig biotilgjengelighet og bør ikke brukes som jernkilde i hundefôr (NRC, 2006).

Mangelsymptomer

Jernmangel oppstår som oftest hos unge dyr, så valper er mer utsatt enn voksne hunder. Anemi er for lavt innhold av røde blodlegemer i kroppen og typiske kliniske tegn på jernmangelanemi er; dårlig vekst, bleke slimhinner, apati, svakhet, diare og blod i avføring (NRC, 2006). Likevel er det svært sjeldent at jernmangelanemi oppstår hos hund.

Toksisitet

Som de fleste av mikromineralene er jern toksisk ved for høyt inntak. Forgiftning kan forekomme hos sledehunder og løpshunder, dersom man har ønsket å gi mer jern for å sikre optimale hemoglobin nivåer. Normale hemoglobin nivåer hos hund er 13-14 g Hb/100 mL (Underwood, 1971). I praksis vil hunden kaste opp før alvorlige skader oppstår, og eier vil kunne se symptomer på at noe er galt (Wills og Simpson, 1994). Jernforgiftning er likevel ikke et vanlig problem hos hund. Forgiftning kan skje på grunn av feil i produksjonen av mineraltilskuddet i fôret eller for høy tilsetning av mineralet i fôret.

Anbefalt dosering

I et forsøk utført av Chausow og Czarnecki-Maulden (1987) ble jernbehovet til valper undersøkt. 29 valper av rasen Pointer ble brukt i forsøket. Forsøksfôrene inneholdt 5, 30, 55, 80, 105 og 130 mg Fe/kg fôr og hadde et energiinnhold på 4710 kcal omsettelig energi. Etter 30 dager målte man effekt av jerntilsetning på hemoglobin og hematokritt. Valpene som fikk 5, 30 og 55 mg Fe/kg fôr, hadde hemoglobin konsentrasjoner i blodet på henholdsvis 6,14, 7,80 og 8,86 g Hb/100 ml. Hemoglobin konsentrasjonen stabiliserte seg på 10,47-10,70 g Hb/100 ml, ved et jerninnhold i fôret på 80 – 130 mg. Ved jerntilsetning på 5, 30 og 55 mg/kg fôr var hematokritt-nivåene i blodet på henholdsvis 20,5, 25,8 og 28,6 %. Hematokritt-

nivåene var på 32,8 – 33,1 % ved jerntilsetning på 80-130 mg. Valpene som fikk fôr med lav jerntilsetning (5, 30 og 55 mg Fe) hadde også en lavere tilvekst. Tilveksten pr kg fôr var på henholdsvis 490 g, 614 g og 625 g. Valpene som hadde fått 80, 105 og 130 mg Fe hadde den beste utnyttelsen av fôret med henholdsvis 659 g, 614 g og 648 g tilvekst pr kg fôr (Chausow og Czarnecki-Maulden, 1987).

Nivået på 80 mg Fe/kg tilsvarte 17 mg Fe/1000 kcal, 105 mg Fe/kg tilsvarte 22 mg Fe/1000 kcal og 130 mg Fe/kg tilsvarte 27,6 mg Fe/1000 kcal. I dette forsøket ble det konkludert med at behovet for jern hos valper var minst 17 mg/1000 kcal (80 mg/kg). Anbefalt dosering av jern fra NRC er noe høyere, 22 mg/1000 kcal, fordi det skal være tilfredsstillende til å dekke behovet dersom biotilgjengeligheten er lav (NRC, 2006).

- Anbefalt dosering for valper i vekst, etter avvenning: 22 mg/ 1000 kcal ME
- Anbefalt dosering for voksen hund til vedlikehold: 7,5 mg/ 1000 kcal ME

Anbefalinger hentet fra National Research Council (NRC, 2006).

Som det går fram av anbefalingene til NRC har valper et høyere jernbehov enn voksne hunder. Dette er fordi valpene trenger å fylle opp jernlagrene sine, de skal vokse. Hos voksne hunder vil jern i stor grad bli resirkulert og tapet er lite.

Kobber

Cu er en nødvendig bestanddel i mange enzymer som er livsviktige for mange biologiske prosesser og inngår i enzymene ceruloplasmin og superoxiddismutase. Cu finnes i små mengder i de fleste celler og vev. De høyeste konsentrasjonene av Cu finner man i leveren. Cu –ioner finnes både i oksidert (Cu^{2+}) eller redusert (Cu^+) form (NRC, 2006).

Cu blir dårlig absorbert hos de fleste dyrearter, og graden av absorpsjon avhenger av kobberets kjemiske form og behov hos dyret. Absorpsjonen er derfor generelt høyere hos unge dyr enn hos voksne dyr. Hos voksne dyr blir 5-10 % av Cu i fôret absorbert, mens hos unge dyr er absorpsjonen av Cu 15-30 % (McDowell, 2003). Cu kan bli absorbert i alle deler av mage-tarmkanalen, men det meste av absorpsjonen skjer i øverste del av tynntarmen, se figur 4 (McDowell, 2003). Hos hund blir kobber hovedsakelig absorbert i jejunum (Underwood, 1971). Absorpsjonen av Cu fra tarmen påvirkes av kobberets kjemiske form, og samspill med andre faktorer i fôret. Fytinsyre i fôret og høye nivåer av Ca, S, Fe, Zn, Cd eller Mo reduserer absorpsjonen av Cu (McDowell, 2003).

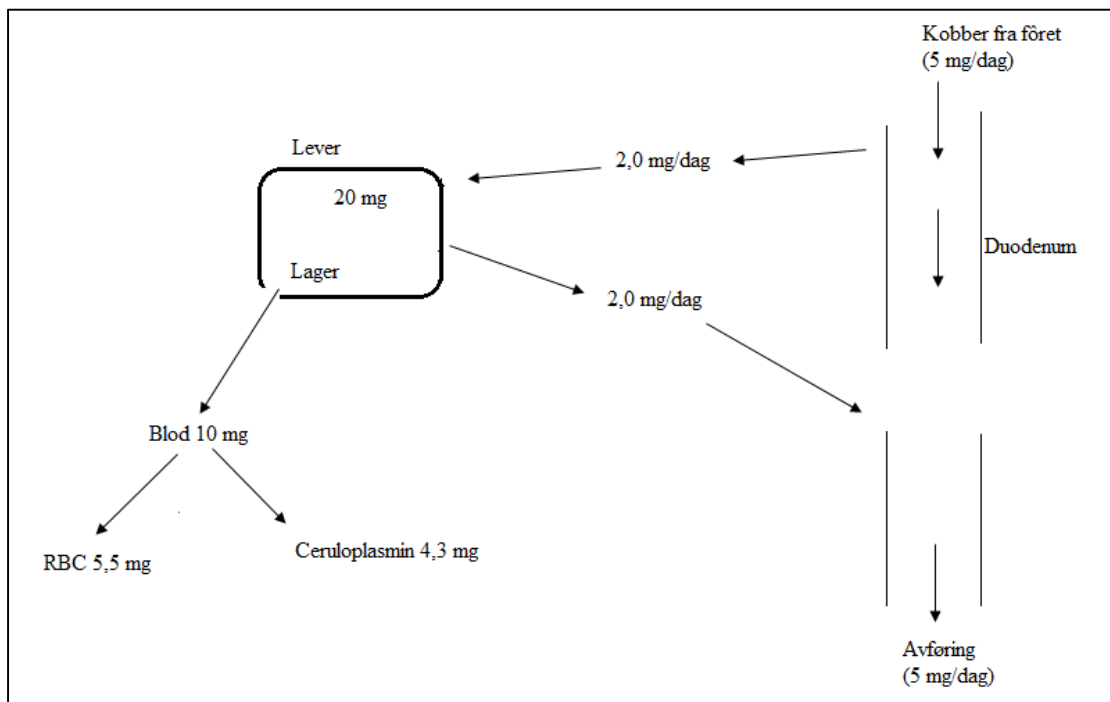
Kastenmayer et al. (2002) fant i sin studie absorpsjonsverdier for Cu fra kommersielt tørrfôr til hund. Fôret inneholdt 14,5 mg/kg Cu fra kobbersulfat, og dette ga en absorpsjon på 23,1 % når kobberinntaket var på 3,63 mg.

Cu er nødvendig for normal absorpsjon og transport av Fe fra fôret. Sammen med Fe er Cu essensielt for normal syntese av hemoglobin, og kobbermangel kan derfor føre til anemi. I blodet til hund er 42 % av kobberet bundet til plasmaproteinet ceruloplasmin. Dette proteinet er en kobberavhengig ferroxidase som fungerer som en bærer av Cu, og også i oksidering av plasmajern, som er nødvendig for binding til transferrin. Ceruloplasmin kan også være involvert i mobiliseringen av Fe fra lagringssteder i leveren. Omtrent 42 % av det resterende kobberet er bundet til transcuperin og 9 % er bundet til albumin (McDowell, 2003).

Kobber er en komponent i flere metallenzymmer og er derfor nødvendig for:

- Konverteringen av aminosyren tyrosin til pigmentet melanin
- Syntese av bindevevene kollagen og elastin
- Produksjon av ATP i cytochrome oxidase systemet

Et annet kobber metallenzym, superoxide dismutase, fungerer ved å beskytte celler mot oksidativ ødeleggelse fra superoxide radikaler. Kobber er viktig for normal osteoblast aktivitet under utviklingen av skjelettet.



Figur 4. Kobbermetabolismen hos pattedyr

Naturlige kilder til kobber

Naturlige kilder til Cu er lever, kli og kime delen av korn. I hundefôr blir Cu tilsatt i form av kobberklorid (37,2 % Cu), kobbersulfat pentahydrat (25,4 % Cu), kobber(II)oksid (80 % Cu) og kobber(I)oksid (89 % Cu). Studier har vist at kobberoksid har en svært lav biotilgjengelighet og bør derfor ikke brukes som kobbertilsetning i hundefôr (NRC, 2006).

Mangelsymptomer

Fordi Cu har så mange viktige funksjoner i kroppen, finnes det svært mange ulike symptomer på kobbermangel. Symptomene på kobbermangel er anemi, dårlig vekst, beinlidelser, depigmentering av fargede hår og pels, nedsatt fruktbarhet, og forstyrrelser i mage-tarmkanalen (NRC, 2006). I praksis kan kobbermangel oppstå hos rasktvoksende valper som får en diett som er basert på enten melk, melkeprodukter eller egg. En sekundær mangel på Cu kan bli forårsaket av overdreven bruk av sinktilskudd, noe som gjøres for å forbedre pelskvaliteten (Wills og Simpson, 1994). Likevel er det sjelden at kobbermangel er årsak til sykdom hos hund.

Toksisitet

Kobber vil, som andre mikromineraler, forårsake forgiftning ved for høyt inntak. Kobberforgiftning kan være enten akutt eller kronisk. Enkelte hunderaser er disponert for en genetisk arvbar lidelse som fører til en opphopning av kobber i leveren. Denne lidelsen fører da til forgiftning. Bedlington terrier, West Highland White terrier og Skye terrier er raser som er mest utsatt for å utvikle denne lidelsen. Enkelte individer av Dalmatiner og Labrador retriever har også blitt diagnostisert for den samme lidelsen (Webb et al. 2002; Smedley et al. 2009). For høye nivåer av Cu kan predisponere for anemi, muskeldystrofi, redusert vekst og reproduksjon (McDowell, 2003). Likevel er det svært sjeldent at kobberforgiftning oppstår hos hund. Hunder har generelt en høyere toleranse for kobber enn for eksempel drøvtyggere (McDowell, 2003).

Anbefalt dosering

Faktorer fra fôret, som høye nivåer av Ca, Fe, Mo, S, Zn, Pb og Cd, kan påvirke behovet for Cu ved at absorpsjonen av Cu blir redusert. Fiber kan også redusere absorpsjon av Cu. En av de største hindringene for absorpsjon er Cu-bindene proteiner (metallothioneiner) som syntetiseres i slimhinnecellene. Zn kan hindre absorpsjonen av Cu indirekte ved å betydelig øke nivået av metallothioneiner og dermed hindre Cu å komme ut av slimhinnene (McDowell, 2003).

- Anbefalt dosering for valper i vekst, etter avvenning: 2,7 mg/ 1000 kcal ME
- Anbefalt dosering for voksen hund til vedlikehold: 1,5 mg/ 1000 kcal ME

(NRC, 2006)

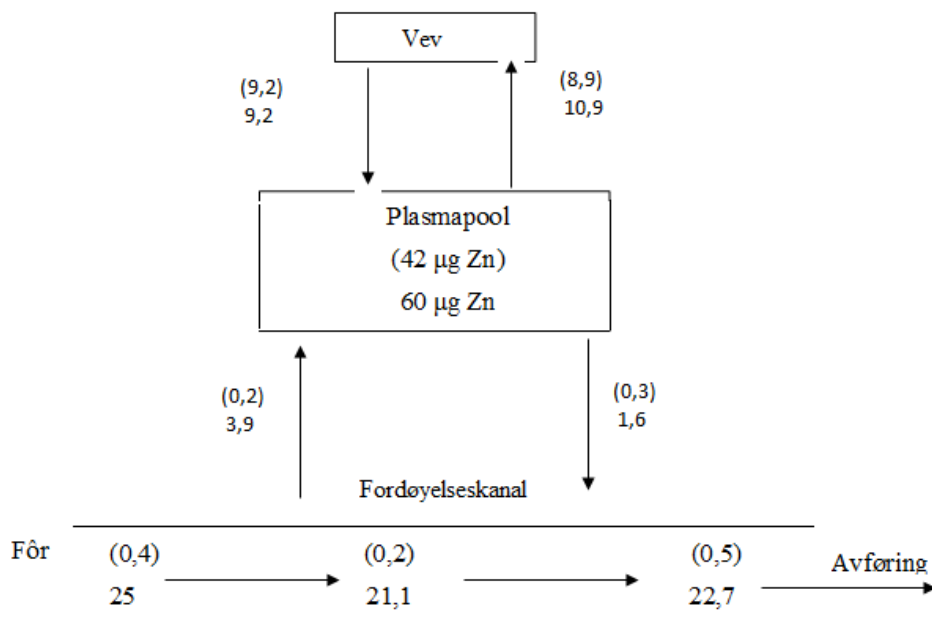
Sink

Zn blir vidt fordelt i mange vev i kroppen, og dets funksjon påvirker karbohydrat, lipid, protein og nukleinsyre metabolismen. Zn er en komponent i mange av metallenzymene, som inkluderer karbonat anhydrase, laktat dehydrogenase (LDH), alkalisk fosfatase, karboksypeptidase og aminopeptidase. Zn fungerer også som en kofaktor i syntesen av DNA, RNA og protein, og er essensiell for normal cellulær immunitet og reproduksjon. Zn er involvert i metabolismen til vitamin A, ved å holde nivået av vitamin A i blodet stabilt. Zn er nødvendig for normal mobilisering av vitamin A fra levera (McDowell, 2003).

Absorpsjonen av Zn fra fôret påvirkes av flere faktorer. Ved et høyt behov for Zn vil absorpsjonen av Zn fra fôret øke. Animalske kilder til Zn som kjøtt og egg absorberes generelt lettere enn plantekilder. Komponenter i fôret som virker hemmende på absorpsjonen av Zn er høye nivåer av Ca, Fe, Cu, fiber og tilstedeværelsen av fytinsyre. (Case et al, 2011). Enkelte ingredienser i fôret kan øke absorpsjonen av Zn, slike ingredienser er kasein, leverekstrakt, maisolje, blodmel og spesifikke fiber (McDowell, 2003).

Kommersiell tørrfôr til hund ble i en studie av Kastenmayer et al. (2002) undersøkt med tanke på absorpsjon av blant annet Zn. Studien viste at et fôr som inneholdt 148 mg/kg Zn fra sinkulfat, ga en absorpsjon på 11,5 % ved et sinkinntak på 37,0 mg. Den lave absorpsjonen må tas hensyn til når anbefalinger for behov for Zn utarbeides (Kastenmayer et al. 2002).

Zn absorberes hovedsakelig i tynntarmen. Under fordøyelsen blir Zn konvertert til sin ioneform slik at det kan dannes komplekser med andre uorganiske og organiske komplekse forbindelser, som aminosyrer, fosfat, sulfat osv. (NRC, 2006). Zn kan hos noen arter ha en svært lav fordøyelighet, for eksempel hos mink. Fordi mink brukes som et modelldyr på fordøyelighet hos hund, kan en anta at dette også gjelder hund. Figur 5 viser at selv med et høyt sinknivå i fôret, er fordøyeligheten dårlig.



Figur 5. Sink metabolismen hos voksen mink. Diagram over total sinkomsetning hos voksen mink gitt to fôr med ulikt nivå av sink, 3 ppm sink vs. 130 ppm sink. Figuren viser hvordan sink tas opp fra fôret og hvordan det blir resirkulert (Mejborn, 1986).

Naturlige kilder til sink

Kildene til sink i hundefôr er svært variert. Animalske kilder, særlig storfeprodukter og annet rødt kjøtt, i tillegg til hele korn, er relativt gode kilder til Zn. Likevel tilsettes Zn i hundefôr i form av sinkoksid (78 % Zn), sinkkarbonat (52,1 % Zn), sinkklorid (48 % Zn) og sink sulfat monohydrat (36,4 % Zn). Studier har vist at organiske kilder til Zn er mer biologisk tilgjengelig enn uorganiske sink kilder. Brinkhaus et al. (1998) fant en signifikant forskjell i biotilgjengelighet mellom sinkpropionat og sinkoksid når det ble gitt som sinktilskudd til hund. Tre timer etter inntak av sinktilskudd ble det tatt blodprøver av hundene og konsentrasjonen av Zn i blodplasma ble registrert. Ved tilførsel av sinkpropionat var innholdet av Zn i blodet 25 mmol/L, mens ved tilførsel av sinkoksid var innholdet 11 mmol/L.

I et forsøk sammenlignet Lowe og Wiseman (1998) biotilgjengeligheten til tre ulike sinkkilder i hundefôr. Sinkkildene var sinkchelate (sink bundet til aminosyrene metionin og glycin), sinkoksid og sink bundet til et polysakkaridkompleks. Voksne hunder av rasen Beagle ble brukt i forsøket, og de ble delt inn i ni grupper. Alle hundene fikk et vedlikeholdsfor som inneholdt 56 mg Zn/kg i 30 dager. Deretter fikk hver gruppe et tilskudd på 50, 75 eller 100 mg Zn/kg fôr fra de tre ulike sinkkildene i 30 dager. Sinkopptaket ble målt i vekst og innhold av Zn i hår. Resultatene fra forsøket viste at innholdet av Zn i hår var høyere hos hunder som hadde fått Zn fra sinkchelate, enn de som hadde fått Zn fra sinkoksid.

Hårveksten var etter tilskudd av 50, 75 og 100 mg Zn henholdsvis 63 %, 87 % og 46 % høyere hos hunder som fikk sinkchelat sett i forhold til de som fikk sinkoksid. Resultatene fra forsøket indikerer at Zn bundet til aminosyrer har en relativt høyere biotilgjengelighet enn sinkoksid og Zn bundet til polysakkaridkompleks (Lowe og Wiseman, 1998).

Mangelsymptomer

På grunn av sin rolle i proteinsyntesen er sinkmangel vanligvis forbundet med veksthemming hos unge dyr. Andre kliniske tegn på sinkmangel er: Nedsatt appetitt grunnet redusert smak- og luktesans, nedsatt reproduksjonsevne, dysfunksjon i immunsystemet og utvikling av skader i huden. Hos hunder er hud- og pelsforandringer vanligvis det første tegnet på sinkmangel. Pelsen blir blass og hard, og det dannes hudødem. Skorper med underliggende pussdannelse sees tydelig rundt munnen, øynene og ørene (Watson, 1998). Fôringsrelatert sinkmangel hos hund skjer dersom det gis fôr med lave nivåer av Zn, fôr basert på korn som inneholder høye nivåer av antinæringsstoffet fytinsyre som binder Zn, fôr av dårlig kvalitet som inneholder store mengder Ca (som hindrer Zn absorpsjon), eller en kombinasjon av disse faktorene (Case et al, 2011).

Toksisitet

Sink er et relativt lite toksisk mineral, og det er mer sannsynlig at det oppstår sinkmangel, enn at det oppstår forgiftning. Sinkforgiftning har blitt observert hos hund etter inntak av sinkmynter (Wills og Simpson, 1994). For de fleste arter opptrer sinkforgiftning når nivået av sink er på rundt 1000 ppm i fôret (McDowell, 2003).

Anbefalt dosering

Sinkbehovet er høyest hos valper i vekst, i alderen 4-6 måneder. Det er i denne perioden at det ses mest sink relaterte hudlidelser grunnet mangel (Wills og Simpson, 1994).

- Anbefalt dosering for valper i vekst, etter avvenning: 25 mg/ 1000 kcal ME
- Anbefalt dosering for voksen hund til vedlikehold: 15 mg/ 1000 kcal ME

(NRC, 2006)

Forsøk med Cu og Zn kilder til hund og påvirkning på reproduksjon

I et forsøk utført av Kuhlman og Rompala (1998) ble det undersøkt om kjemisk form på Cu, Zn og Mn påvirket reproduksjon og innhold av mikromineraler i hår hos hund. Cu, Zn og Mn er nødvendige for normal funksjon av vev og prosesser som er nært relatert til reproduksjon. Mangel vil føre til redusert evne til å etablere eller vedlikeholde drektighet, eller redusert kullstørrelse. Denne studien ble utført for å sammenligne effekten organisk og uorganisk Zn, Cu og Mn hadde på reproduksjon og helse hos tisper og deres valper.

Studien omfattet to separate forsøk, og ble gjennomført med totalt 34 Beagle tisper. Tispene veide ca. 13,5 kg og var >1 år gamle. I kontrollfôret ble alle mikromineralene tilsatt i kun uorganisk form, Cu fra kobbersulfat 30 mg/kg, Zn fra sinkoksid 195 mg/kg og Mn fra manganoksid 75 mg/kg. I forsøksfôret ble det i tillegg til uorganiske mikromineraler tilsatt aminosyrebundet Zn, Mn og Cu. Aminosyre-bundne former av Zn, Mn og Cu ble tilsatt for å erstatte henholdsvis 53, 20 og 14 mg/kg fôr av de uorganiske formene av mikromineralene.

Resultater fra denne studien indikerer at tilsetning av aminosyre-bundet Zn, Mn og Cu bedret reproduksjon hos Beagle tisper. Tispene som fikk fôr med aminosyre-bundet Zn, Mn og Cu fikk flere valper (gjennomsnittlig kullstørrelse 7,3), enn tispene som fikk kontrollfôret (gjennomsnittlig kullstørrelse 6,2) som kun inneholdt uorganiske kilder til Zn, Cu og Mn. Denne forskjellen var signifikant, p-verdi = 0,05.

Forsøket viste at det ikke var noen signifikant forskjell i konsentrasjon av Zn, Cu og Mn i hår mellom tisper som fikk kontrollfôret og tisper som fikk forsøksfôret. Innholdet av Zn, Cu og Mn i hår var på henholdsvis 333 mg/kg, 12,7 mg/kg og 0,66 mg/kg for tisper som fikk kontrollfôret, og 313 mg/kg, 12,1 mg/kg og 0,79 mg/kg for tisper som fikk forsøksfôret.

Hårstrå ble også studert i elektron mikroskop, og da ble det oppdaget at det var en forskjell mellom fôrene. Hår fra tisper som hadde fått kontrollfôret var forskjellig fra hår tatt fra tisper som fikk fôret med chelaterte mineraler. Forskjellen var at hårene som kom fra tisper fôret med chelaterte mineraler var glattere og mindre fragmentert (Kuhlman og Rompala. 1998).

Forsøket viste at chelatert bundet Cu, Zn og Mn tydelig gir høyere tilførsel enn uorganiske former. Dette må komme av at de uorganiske formene hadde svært lav biotilgjengelighet siden en forholdsvis moderat utbytting hadde en positiv biologisk effekt.

Fiber i hundefôr

Kommersielle hundefôr inneholder betydelige mengder med karbohydrater. Karbohydratene i hundefôr er enten fordøyelige (stivelse) eller ufordøyelige (fiber). Fiber er karbohydrater og består av polysakkarider som finnes i plantenes cellevegger, og inndeles i cellulose-polysakkarider, ikke-cellulose polysakkarider, og strukturelle ikke-polysakkarider (lignin). Fiber kommer både fra råvarene og fra tilsetninger. Fiber har gunstige effekter på helse og blir tilsatt i lave nivåer (1-5 %/ kg TS) i de fleste hundefôr. Fiber blir også tilsatt i større mengder, opptil 20% av TS, for å redusere energiinnholdet og dermed virke som behandling av kroniske sykdommer som fedme, diabetes mellitus (Graham et al.1994), sykdommer i mage-tarmkanalen eller hyperlipidemi (Diez et al. 1998).

Fiber kan deles inn etter deres løselighet i vann (tabell 4). De uløselige fibre er cellulose, lignin og mange hemicelluloser. Løselige fibre er pektin, gummiforbindelser, andre lager-polysakkarider og enkelte hemicelluloser. De mest omtalte løselige fibre er β -glukaner og arabinoxylaner. Disse fibre reduserer utnyttelsen av andre næringsstoff, derfor anses de som antinæringsstoff (Edwardsen og Ormstad, 2000). Det har derimot også vist seg at betaglukaner kan ha en positiv effekt på tarmhelse hos menneske og hund, ved at de forsterker immunforsvaret (Waszkiewicz-Robak ,2013).

Tabell 4. Inndeling av fiber etter løselighet i vann, og naturlige kilder til disse

Løselige fiber	Naturlige kilder
Pektin	Eple, pære, sitrusfrukt, gulrot
Gummiforbindelser	Alger, guarbønner
Hemicellulose	Korn
Betaglukaner	Bakegjær, korn, sopp, bakterier
Fruktooligosakkarider	Sukkerbetefiber
Arabinoxylaner	Korn
Uløselige fiber	
Cellulose	Korn (Bygg, havre)
Hemicellulose	Korn (Bygg, havre)
Lignin	Korn (Bygg, havre)

Fiber er fysiologisk viktig fordi det påvirker tømming av ventrikkelen/magesekken (Russel and Bass, 1985), fôrets passasjehastighet (Burrows et al.1982; Fahey et al.1990a), mengde avføring (Fahey et al.1992; Sundvold et al.1995b) og produksjon av kortkjeda fettsyrer i tarmen (Muir et al. 1996; Silvio et al. 2000), avhengig av fibertype og fiberkilde.

Burrows et al (1982) fant i forsøk med Beagles at innholdet av fiber påvirker passasjehastigheten til hund. Det ble tilsatt ulik mengde alfa-cellulose i tre av fôrene, og det siste fôret hadde ingen cellulose (kontrollfôret). Passasjehastigheten ble målt ved hjelp av markørteknikk. Fôrene ble tilsatt i 3, 6 og 9 % cellulose, og dette resulterte i at passasjehastigheten ble redusert fra 41,3 timer ved 3 % cellulose til 28,7 timer ved 9 % cellulose. Det samme forsøket viste at fordøyeligheten av tørrstoff ble redusert fra 90 % til 70 %. Dette viser at selv om noen fibertyper kan ha ulike gunstige effekter, vil cellulose redusere fordøyeligheten av andre næringsstoffer. Denne egenskapen kan brukes til å redusere energiinnholdet i hundefôr.

Fiber i fôret kommer fra råvarene, f.eks. korn, og fra tilsetninger. Ulike fibertyper som brukes i hundefôr kan stamme fra eple, gulrot, linfrø, tomat, citrus pektin. Vanligst å bruke er biprodukt fra sukkerproduksjon (sukkerbetefiber). Sukkerbetefiber er vanlig å finne i hundefôr på grunn av sine gjæringsegenskaper (Sundvold et al.1995a) og dets ønskelige effekt på avføringskonsistens (Fahey et al. 1992; Sundvold et al.1995b). Sukkerbeter består av rundt 60-80 % total fiber, og av dette er 80 % uløselig. Sukkerbetefiber har vist seg å fremme god tarmhelse, opprettholde gode avføringsegenskaper og næringsstoff fordøyelighet (Sundvold et al.1995).

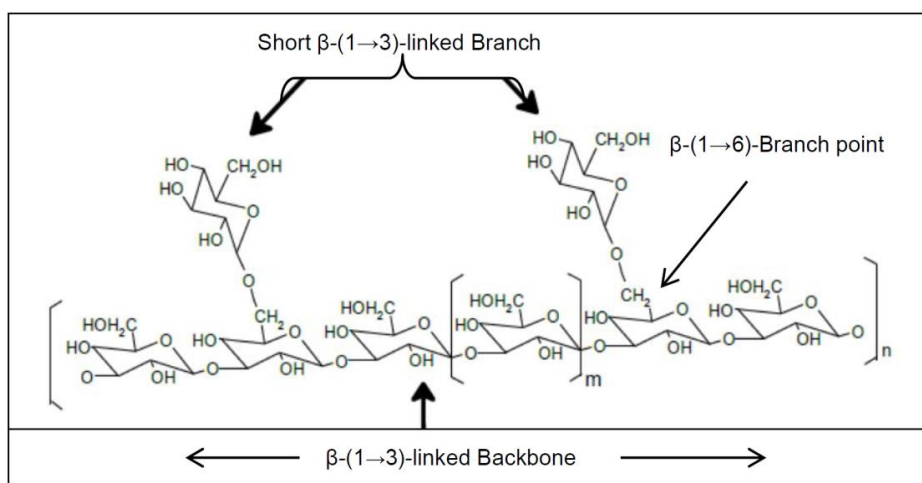
Mineraler og fiber

Samspeillet som eksisterer mellom fiber og mineraler spiller en viktig rolle i de fysiologiske effektene av fiber. Ca, P, Fe og Zn blir ofte bundet inne i polysakkarid matrixen eller adsorbent til overflaten av fiber. Mineraler kan derfor være ernæringsmessig utilgjengelig så lenge fibre forblir ufordøyd. Hos hund som i liten grad fordøyer fiber, vil mineraler bundet til fiber være svært lite tilgjengelige. Generelt vil ikke moderate mengder av fiber gi noen signifikant effekt på mineralbalansen til voksne hunder. Det er likevel potensial for ubalanse særlig hos valper, hunder på marginale dietter og gamle hunder. I tilfeller der det kan være fare for ubalanse er det viktig å fokusere på Zn, Ca og Fe-status (Wills og Simpson, 1994).

Betaglukaner - hvordan påvirker det helse hos hund

Glukaner er polymerer som består av glukose, og kjente glukaner er stivelse og cellulose.

Glukose molekylene i stivelse og cellulose er bundet sammen i henholdsvis alfa- og beta-1,4-bindinger. I tillegg til disse glukanene finnes det glukaner som kan styrke immunforsvaret og fremme god helse. Disse glukanene kalles betaglukaner. Beta- 1,3/1,6-glukanmolekylet har en lang hovedkjede med glukosemolekyler som er bundet sammen med beta-1,3-bindinger. I tillegg har molekylet sidegreiner av glukosemolekyler som er bundet til hovedkjeden med beta-1,6-bindinger (Figur 6). Beta-1,3/1,6-glukaner kan isoleres fra celleveggen til bakegjær (Stuyven et al. 2010).



Figur 6. Betaglukan fra gjær (Waszkiewicz-Robak, 2013)

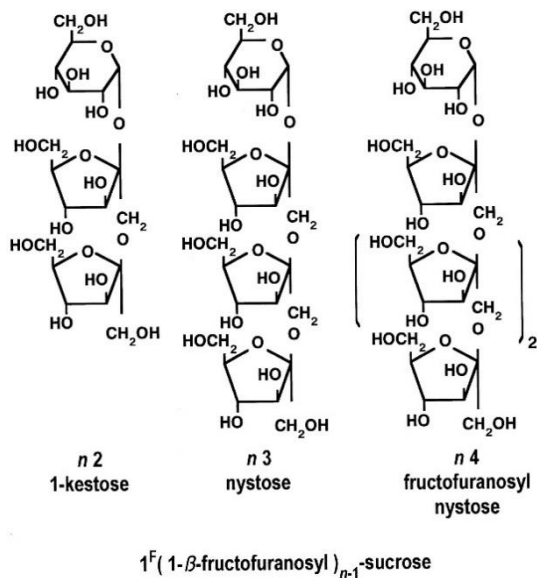
MacroGard er et tilsetningsstoff som er basert på beta- 1,3/1,6-glukaner fra bakegjær (*Saccharomyces cerevisiae*). Betaglukanene i MacroGard skal stimulere hundens immunforsvar og fremme god helse. MacroGard virker ved at beta-1,3/1,6- glukaner binder seg til bestemte reseptorer på makrofager og aktiverer dem slik at de raskere og mer effektivt ødelegger mikroorganismer. Makrofagene sender ut signalstoffer i kroppen, noe som fører til økt nydannelse av fagocytter og økt produksjon av antistoffer. Betaglukanene fungerer dermed som et alarmsystem, som gjør at kroppens forsvar er i bedre beredskap og det reduserer dermed risikoen for sykdom. Nettopp for å forebygge sykdom og stimulere immunforsvaret tilsettes betaglukaner i hundefôr. MacroGard tilsettes gjerne i fôr til hunder som kan være mer utsatt for sykdom, som for eksempel valper ved avvenning, aktive hunder og eldre hunder (Appetitt, 2011).

Beynen et al (2011) utførte en studie i Nederland der de undersøkte om beta -1,3/1,6 – glukaner kunne redusere kliniske symptomer på atopisk dermatitt hos hund. Atopisk dermatitt, kalt atopi, er en hudsykdom som skyldes at hunden er arvelig disponert for å utvikle antistoffer som respons på eksponering for allergener som inhaleres eller absorberes gjennom huden. Det vil si at hunden utvikler allergi mot substanser som finnes i miljøet, f.eks husstøv, flass fra mennesker og dyr osv. Atopi er den vanligste årsaken til kløe hos hund og er svært vanlig hudlidelse hos enkelte hunderaser. Symptomer er overdreven kløe, hårtap, fet hud som lukter vondt og overdreven tygging på poter (Wilhem et al. 2010). Privateide hunder ble brukt i studien og eierne vurderte tegn på atopi. Betaglukan ble tilsatt i fôret i form av MacroGard før ekstrudering. Over en periode på åtte uker fikk femten hunder tørrfôr som inneholdt 800 ppm beta -1,3/1,6 –glukan. Seksten hunder var i en kontrollgruppe og fikk tørrfôr som ikke inneholdt betaglukan. Resultatene viste at ved tilsetning av betaglukan var det en forbedring av atopi på 63 %. Studien viste derfor at inntak av betaglukaner reduserer kliniske tegn på atopi hos hund (Beynen et al, 2011).

Fruktooligosakkarider og mannanoligosakkarider – prebiotika → næring til tarmbakterier

Fruktooligosakkarider (FOS) er karbohydrater som består av relativt korte kjeder med glukose og fruktose. Mannanoligosakkarider (MOS) er karbohydrater som blir isolert fra celleveggen til gjær, og består av glukose og mannose. De blir ikke hydrolysert av fordøyelsesenzymer, men av ulike lactobacilli og enkelte bifidobakterier. MOS blir i mindre grad fermentert av tarmbakterier enn FOS (Zentek et al, 2002). Oligosakkarider finnes naturlig i planter og deres kjemiske og fysiske egenskaper varierer på grunn av ulik struktur. De kan være lineære eller ha sidegreiner, ha α - eller β -binding mellom monomerene og antall monomerer kan også variere. De fleste oligosakkarider er svært like ikke-stivelse polysakkarider, bortsett fra at de er løselige i vann og fysiologiske væsker. Tynntarmen har ikke fordøyelsesenzymer som kan bryte ned oligosakkarider og derfor går de intakt videre til stortarm. Her vil det være mikrober som kan bryte de ned (Strickling et al, 2000).

Fruktooligosakkarider blir produsert kommersielt med to ulike prosesser, enten fra sukrose ved å bruke enzymet fructosyltransferase eller fra inulin ved delvis hydrolyse ved bruk av endo-inulinase. Kommersielt tilgjengelige FOS består i hovedsak av 1-kestose, nystose og fructosylnystose (Bornet et al. 2002).



Figur 7. Kjemisk struktur til fruktooligosakkarider (FOS). FOS er en blanding av 1-kestose, nystose og fructofuranosylnystose.

Fruktooligosakkarider som tilsettes i hundefôr kommer hovedsakelig fra sukkerbetefiber. FOS karakteriseres som et prebiotikum. Med dette menes det at de fremmer vekst og etablering av «gode bakterier og mikrober» i fordøyelseskanalen. FOS stimulerer til økt vekst av melkesyrebakterier og bifidobakterier som begge produserer melkesyre og andre organiske syrer. pH i tarmen senkes og dermed vil veksten til andre uønskede bakterier hemmes, samtidig som de kortkjeda fettsyrene vil gi god næring til tarmveggen (Appetitt, 2011).

De biologiske effektene av tilsetning av fruktooligosakkarider har variert, men det ser ut til at de virker gunstig i forhold til forstoppelse, blodtrykk, blodlipider og kolesterol hos mennesker (Hidaka et al, 1986). Studier gjort ved Division of Nutritional Sciences, University of Illinois, med hunder med tarmfistel, viste at FOS og MOS tilsatt i hundefôr kan ha positiv påvirkning på mikrobepopulasjonen i tarmen hos friske hunder, ved å øke konsentrasjonen av fekale bifidobakterier og fekale og ileale melkesyrebakterier. Dette resulterte i et skifte i plasmaets innhold av nøytrofile granulocytter og lymfocytter (hvite blodceller), noe som kan påvirke immunforsvaret (Swanson et al, 2002). Et annet forsøk, også med tarmfistulerte hunder, viste at mengden av oligosakkarider som tilsettes fôret er avgjørende for om de har noen positiv effekt. Det positive med tilsetning av oligosakkarider er at mikrobefloraen i tykktarm endres til fordel for gunstige bakterier, og at produksjonen av flyktige fettsyrer (VFA) økes. VFA er en gruppe kortkjedete syrer, de vanligste er eddiksyre, propionsyre og smørsyre, og disse kan brukes som energi for vertsdyret (Strickling et al, 2000). Hos hund er kortkjeda fettsyrer viktigste energikilde for tarmmikrobene.

Del 2 – Innhold av jern, kobber, sink og fiberstoffer i kommersielle hundefôr

Metode

Jeg har valgt å sammenligne to norskproduserte valpetørrfôr til hund, Labb og Appetitt, med to fôr produsert av internasjonalt anerkjente fôrprodusenter, Royal Canin og Purina Pro Plan. Valpefôrene som ble sammenlignet var ment for valper av mellomstore raser, det vil si hunder med voksenalder mellom 11-25 kg. Fôret fra Pro Plan var derimot ikke spesielt laget for mellomstore raser, men passet til raser av alle størrelser. Fôrene ble sammenlignet mot ernæringsmessige anbefalinger utarbeidet av amerikanske NRC og europeiske FEDIAF.

For å få tak i de nødvendige opplysningene om mineraltilsetning, MacroGard, FOS og MOS ble produsentene kontaktet. Informasjonen om Pro Plan fant jeg på deres nettsider, siden kontaktpersonene holdt til i utlandet og var vanskelig å få tak i.

Det ble spurt om:

- Tilsetningsnivå av mineralene jern, kobber og sink
- Kjemisk form på jern, kobber og sink
- Tilsetning av MacroGard, fruktooligosakkarider (FOS) og mannanoligosakkarider (MOS)

Ved å se på deklarasjonen til fôrene regnet jeg ut energiinnhold (kcal omsettelig energi) og tilsatt mengde av mineralene per 1000 kcal omsettelig energi, se vedlegg.

Labb

Labb er et norskprodusert tørrfôr til hund, som ble lansert i 1996 av Felleskjøpet Agri. Labb produseres ved Felleskjøpets fabrikk i Vaksdal og Stavanger. Labb har fôrtyper tilpasset ulike livsfaser og aktivitetsnivå. Labb baserer seg på å bruke mest mulig norske råvarer i fôrene sine av god kvalitet. De har fokus på en høy fordøyelighet av protein, gode fettkilder og at fôrene har en god smakelighet.

Appetitt

Appetitt er Felleskjøpet Agri sitt andre fôrmerke til hund, og ble lansert i 2011. Appetitt har fôr til alle livsfaser; valpefôr, voksenalder og fôr til den gamle hunden. I tillegg har de fôr til aktive hunder og fôret Extreme til svært hardt arbeidende hunder (sledehunder).

Royal Canin

Royal Canin er et internasjonalt selskap som produserer fôr til hund og katt. Selskapet ble stiftet i 1967 av Jean Cathary. I 1971 var de først ute i Europa med å produsere kjæledyrfôr med ekstruder. Siden 2002 har Royal Canin vært en del av Mars gruppen. De selger fôr i over 90 land og har 11 ulike produksjonssteder. Royal Canin sitt hovedkontor og første fabrikk i Aimargues, Sør-Frankrike. RC produserer mange ulike fôr tilpasset hunder av ulik størrelse, rase, alder og helse.

Purina Pro Plan

Purina er en amerikansk fôrprodusent som produserer fôr til hund og katt. Selskapet ble grunnlagt av William H. Danforth i 1894. De har mange ulike merker av hundefôr som Pro Plan, One, Beneful, Dog Chow og Veterinary diets. Purina ble i 2001 kjøpt opp av Nestlé og fikk dermed marked over hele verden.

Resultat og diskusjon

Jern

Innholdet av Fe i de ulike fôrtypene varierte noe og alle fôrene inneholdt langt over det anbefalte innholdet fra NRC og FEDIAF (tabell 5). Appetitt hadde høyeste tilsatte mengde, 119 mg/1000 kcal, tilsvarende fem ganger høyere enn det anbefalte nivået. De tre andre fôrene hadde et relativt likt Fe-innhold, men Pro Plan hadde den laveste tilsatte mengden på 51,4 mg/1000 kcal. Dette tilsvarte et Fe-innhold som var omkring to ganger høyere enn det anbefalte. Anbefalt innhold av Fe i valpefôr er ifølge NRC og FEDIAF på 22 mg/ 1000 kcal.

Chausow og Czarnecki-Maulden (1987) fant i sitt forsøk at jernbehovet til valper ligger omkring 80 mg/kg, tilsvarende 17 mg/1000 kcal. Ved dette nivået av jerntilsetning var hemoglobin konsentrasjon (10,47-10,70 g Hb/100 ml) og hematokritt nivåene (32,8-33,1 %) optimale. Dette ga også utslag i en god tilvekst (614 -659 g/ kg fôr). Som det går fram av tabell 5, vil alle fôrene tilføre tilstrekkelig med Fe til valpen.

Tabell 5. Innholdet av jern i fôr til valper av mellomstore raser, vist i mg/1000 kcal omsettelig energi og i % tilsetning i forhold til anbefalinger fra NRC (2006).

	Labb*	Appetitt	Royal Canin	Pro Plan*	NRC**	FEDIAF***
Jern	55,1	119	56,15	51,4	22	22
% av anbefaling	250	540	255	233		

*Forutsatt et vanninnhold på 8 %.

**NRC – National Research Council

***FEDIAF - the European Pet Food Industry Federation

Det er viktig å merke seg at innholdet av mineraler i fôret ikke er det samme som den tilsatte mengden av mineraler. Råvarene som brukes i fôret inneholder også mineraler, så det reelle mineralinnholdet i fôret er ofte noe høyere. Kontaktpersonen for Labb og Appetitt svarte at en grunn til høyt mineralinnhold i fôrene skyldtes at råvarene som ble brukt inneholdt relativt høye nivåer av mineraler. Eksempler på slike råvarer var fiskemel og fjørfemel.

Det høye Fe-innholdet i Appetitt kan skyldes bruk av tørket sukkerbetemasse som en ingrediens i fôret. Sukkerbetemasse er svært rik på jern med 564 mg/kg (NRC, 2006). Dersom en antar at 1,2 %/12 g sukkerbetemasse ble tilsatt i fôret, tilsvarer det 6,77 mg Fe. Dette er en svært liten mengde og vil ikke ha noen stor betydning. Ølgjær er en annen ingrediens som brukes i fôret fra Appetitt. Ølgjær brukes ofte som en B-vitaminkilde, men er også en god kilde til Fe, 95 mg/kg (NRC, 2006). Royal Canin svarte ikke på spørsmålet om mineralinnhold.

Labb, Appetitt og Pro Plan brukte jernsulfat monohydrat som jerntilsetning i sine fôr. Hvilken kilde til jerntilsetning som Royal Canin brukte er uvisst, da de ikke ønsker å informere om dette fordi det ses på som en forretningshemmelighet.

Det var vanskelig å finne forsøk gjort på hund der biotilgjengeligheten til ulike jernkilder har blitt sammenlignet. NRC har ingen øvre sikker grense for Fe, grunnet lite forskning på jernnivåer i hundefôr. FEDIAF har derimot en maksimumsgrense for tilsetning av mineraler, basert på EU sitt regelverk om tilsetningsstoffer. Det lovlige maksimale nivået av Fe er på 355 mg/1000 kcal omsettelig energi (FEDIAF, 2013). Ingen av produsentene har lagt seg over dette nivået.

Kobber

Innholdet av Cu i de fire fôrene varierte (tabell 6). Royal Canin hadde det laveste kobberinnholdet, 3,85 mg/ 1000 kcal, og Pro Plan hadde det høyeste kobberinnholdet, 12,8 mg/ 1000 kcal. Labb og Appetitt hadde relativt likt kobberinnhold, henholdsvis 6,1 og 5,24, noe som kan komme av at de to fôrtypene hadde en svært lik sammensetning. Anbefalt kobbernivå i valpefôr er ifølge NRC 2,7 mg/1000 kcal og FEDIAF 2,75 mg/1000 kcal.

Tabell 6. Innhold av kobber i fôr til valper av mellomstore raser, vist i mg/1000 kcal omsettelig energi og i % tilsetning i forhold til anbefalinger fra NRC (2006).

	Labb*	Appetitt	Royal Canin	Pro Plan*	NRC**	FEDIAF***
Kobber	6,1	5,24	3,85	12,8	2,7	2,75
% av anbefaling	225	194	142	474		

*Forutsatt et vanninnhold på 8 %.

**NRC – National Research Council

***FEDIAF - the European Pet Food Industry Federation

Cu-nivået i fôrene var høyere enn anbefalt, men Pro Plan skilte seg ut. Kobbermengden tilsatt var nesten fem ganger høyere enn anbefalt, og ser man på FEDIAF sine retningslinjer var kobberinnholdet langt over lovlig maksimalt nivå (7,1 mg/ 1000 kcal).

Lovlig maksimalt nivå for mikromineraler er fastsatt av EU, og gjelder for hunder i alle livsfaser. Det lovlige maksimumsnivået for mikromineraler gjelder bare dersom det tilsettes fôret som et tilsetningsstoff, men relateres til den totale mengden som er tilstede i det ferdige produktet (FEDIAF, 2013).

En moderat overskridelse av den lovlige mengden Cu, vil ikke være skadelig for dyret, men det kan ha en negativ påvirkning på miljøet (forurensing). FEDIAF har også ernæringsmessige maksimale nivåer for vitaminer og mineraler som er basert på biologiske forsøk. Dersom mineralnivået er under denne maks grensa, vil det ikke ha noen negativ effekt for hunden. Det er uvisst hva som kan skje dersom grensen overstiges, på grunn av manglende forskning på området (FEDIAF,2013). Maksimal grense for mikromineraler er derfor ikke bestemt. NRC har ingen øvre sikker grense for kobber, da dette ikke er undersøkt med ulike kobbernivåer i fôr, men kun med enkeltdoseringer.

Kobber ble i tre av fire fôr tilsatt i form av kobbersulfat pentahydrat (CuSO₄). Kobbersulfat inneholder 25,4 % Cu. Kobbersulfat pentahydrat er en vanlig brukt kobberkilde i hundefôr og har en høy biotilgjengelighet (McDowell, 2003). Royal Canin ønsket ikke å oppgi kobberkilden de bruker. Kjemiske former av kobber som er relatert til høy biotilgjengelighet er kobbersulfat, kobberlysin, kobberproteinat, kobberkarbonat og kobberklorid. Det høye kobberinnholdet i fôret til Pro Plan kan dermed ikke forklares med at det er brukt en kilde med dårlig absorpsjon, siden de bruker samme kilde som Labb og Appetitt.

Sink

Som for Fe og Cu varierte også innholdet av Zn i de fire fôrene, se tabell 7. Fôret fra Appetitt hadde det laveste innholdet av Zn, 54,7 mg/ 1000 kcal, mens fôret fra Pro Plan hadde det høyeste Zn-nivået 108,5 mg/ 1000 kcal. Alle fôrene hadde et Zn-innhold som var mye høyere enn det som NRC og FEDIAF anbefaler, 25 mg/ 1000 kcal, men også for Zn var det Pro Plan som skilte seg ut fra de andre fôrene. Pro Plan hadde et sinkinnhold som var fire ganger høyere enn det anbefalte, og 1,5 ganger høyere enn maksimalt lovlig nivå på 71 mg/ 1000 kcal (FEDIAF, 2013).

Tabell 7. Innhold av sink i fôr til valper av mellomstore raser, vist i mg/1000 kcal omsettelig energi og i % tilsetning i forhold til anbefalinger fra NRC (2006).

	Labb*	Appetitt	Royal Canin	Pro Plan*	NRC**	FEDIAF***
Sink	63,8	54,7	57,9	108,5	25	25
% av anbefaling	255	218	231	434		

*Forutsatt et vanninnhold på 8 %.

**NRC – National Research Council

***FEDIAF - the European Pet Food Industry Federation

Pro Plan brukte sinksulfat monohydrat ($ZnSO_4$) som sinktilsetning. Sinkkilden som ble tilsatt i Labb og Appetitt var sinkoksid (ZnO). Både ZnO og $ZnSO_4$ er uorganiske sinkkilder.

Wedekind og Lowry (1998) fant i sin studie med 42 valper at en organisk sinkkilde, sinkpropionat, hadde 60-80 % høyere biotilgjengelighet enn en uorganisk sinkkilde, sinkoksid. Dette ved ulik mengde Ca, som ved for høye konsentrasjoner hemmer opptak av Zn. Likevel viser andre studier at Zn fra sinksulfat er ca. to ganger mer tilgjengelig enn Zn fra sinkoksid (Wedekind et al, 1992). Studien viste dermed at effektiviteten til sinkpropionat, som organisk kilde, ikke er noe større enn effektiviteten til enkelte uorganiske sinkkilder.

Pro Plan bruker den sinkkilden med best biotilgjengelighet ($ZnSO_4$) av de uorganiske kildene, men har allikevel den høyeste tilsatte mengden. Det burde egentlig vist det motsatte, med høyere sinkinnhold i Labb og Appetitt, som bruker ZnO . Hvilken kilde Royal Canin bruker er uvisst, men det er sannsynligvis enten sinkkarbonat, sinkklorid, sinkoksid eller sinksulfat, som er de vanligste sinkkildene i hundefôr.

Labb og Appetitt sin representant forklarte at de tror at årsaken til de høye nivåene av mineraler i kommersielle fôr, er at det har etablert seg en bransjestandard. Dette fører til at ingen fôrprodusenter ønsker å legge seg under det etablerte nivået for å unngå reaksjoner i markedet. Det var ikke mulig å få en tilfredsstillende begrunnelse på tilsetningsnivået for de andre produsentene, men siden tilsetningsnivået var langt over anbefalingene for disse også er det naturlig å tro at en bransjestandard er årsaken.

Fiber

Det finnes fiber både i råvarene og tilsatt som tilsetningsstoff. Siden korn er en viktig bestanddel i hundefôr, vil innholdet av fiber være noe høyere enn det som er tilsatt. I en studie av Diez et al (1998) viste det seg at sukkerbetefiber gitt i fôr til hunder reduserte den apparente fordøyeligheten til alle næringsstoffene (protein, fett, aske, tørrstoff). Dette ved tilsetning av 7 % betefiber i fôret. Dette viser at ved å tilsette fiber, kan det være nødvendig å øke konsentrasjonen av de andre næringsstoffene (Diez, et al. 1998). Totalt fiberinnhold i fôrene vist i tabell 8. Fiber tilsatt i fôrene som MacroGard, FOS og MOS vist i tabell 9.

Det totale fiberinnholdet i fôrene varierte en del, og det skyldes i hovedsak råvarene. Appetitt og Royal Canin hadde et totalt fiberinnhold på rundt 10 %.

Tabell 8. Totalt fiberinnhold i valpefôr, i % pr kg.

	Labb	Appetitt	Royal Canin	Pro Plan
Totalt fiberinnhold*	2,4-2,6	9,55-9,75	9,59	2

*totalt fiberinnhold: fiber fra råvarer og fiber fra tilsetningsstoff

MacroGard

MacroGard ble tilsatt i noen fôrblandinger, først og fremst til sensitive hunder, eldre hunder og i høyenergifôr til aktive hunder/brukshunder i sortimentet til Labb. I Appetitt-sortimentet ble MacroGard tilsatt i alle blandinger. Royal Canin brukte MacroGard i noen av sine fôr, men ønsket ikke å oppgi mengder. MacroGard ble ikke tilsatt i Pro Plan. Dosering av MacroGard vises i tabell 9.

I enkelte faser av livet til en hund, kan den ha fordel av å få betaglukaner tilført i fôret. Beta-1,3/1,6-glukaner kan være med på å styrke det naturlige immunforsvaret til valper og motvirke svekkelse av immunforsvaret til eldre hunder. I perioder med mye stress eller sykdom kan også betaglukaner forbedre immunforsvaret. Forskning har dessuten vist at beta-1,3/1,6-glukaner kan forbedre immunresponsen etter vaksinerings. En studie gjort med valper viste at tilskudd av beta-1,3/1,6-glukaner økte nivåene av antistoffer etter vaksinerings (Specific, 2012).

I tillegg til MacroGard finnes det mange andre kommersielle produkter med betaglukaner på markedet, men dokumentasjon i forhold til helseeffekter er lite dokumentert.

Fruktooligosakkarider (FOS)

Fruktooligosakkarider (FOS) ble tilsatt i fôr fra Labb, Appetitt og Royal Canin. Kilden til FOS var i konsentrert form og var utvunnet av sukkerbetefiber. FOS ble tilsatt i alle blandingene til Appetitt. Hos Labb ble FOS tilsatt i enkelte blandinger som sensitiv, eldre hunder og høyenergi. Royal Canin tilsatt fruktooligosakkarider i enkelte av sine fôr, blant annet i valpefôret. Det ble ikke tilsatt mye, Labb og Appetitt tilsatte 0,2-0,4 % og Royal Canin tilsatte 0,34 %. Pro Plan tilsetter ikke FOS i sine fôr (tabell 9). Siden fiber ikke er essensielt for hund, har ikke NRC og FEDIAF utarbeidet noe anbefalt nivå i fôr av FOS.

Det gjøres derimot mye forskning på området og flere hevder at FOS har en positiv effekt på immunforsvaret til hunden. FOS tilsettes fôret for å stimulere vekst av nyttige bakterier (melkesyrebakterier og bifidobakterier) i tarm, og dermed hemme vekst av patogene bakterier (Swanson et al. 2002). Fermenteringen av FOS gir kortkjeda fettsyrer som sluttprodukt, og de er en viktig energikilde for tarmepitel (Strickling et al. 2000). Grunnen til at fruktooligosakkarider nå blir tilsatt i en del fôr til hund er at det har vist å ha en positiv helseeffekt hos mennesker (Hidaka et al. 1986).

Mannanligosakkarider (MOS)

Mannanligosakkarider (MOS) er i hovedsak en fiberkilde, men bidrar også med noe protein. MOS tilsettes i fôr til hund av samme grunn som for tilsetning av MacroGard og FOS, nemlig for å stimulere immunforsvaret og hemme vekst av patogene bakterier i tarm.

Mannanligosakkarider er komplekse karbohydrater med mannose reseptorer som kan binde patogene bakterier. Ved å eliminere tilgjengelige reseptorsteder unngår man at andre bakterier angriper epitelcellene i tarmen. Forsøk har vist at MOS effektivt kan kontrollere patogene *E. coli* og kan brukes i behandling av hunder som lider av infeksjonsdiarè (Gouveia, et al. 2006).

MOS ble tilsatt i alle fôr hos Labb og Appetitt i form av inaktivert bakegjær (*Saccharomyces cerevisiae*). Mengden som ble tilsatt var 1 % pr kg fôr. Royal Canin brukte også MOS i sine valpefôr, men tilsetningen var mindre, 0,05 % pr kg fôr (tabell 9). Av tabell 9 ser man at Pro Plan ikke tilsetter MOS i sitt valpefôr.

Tabell 9. Tilsatt mengde i % av MacroGard, FOS og MOS i valpefôr.

	Labb	Appetitt	Royal Canin	Pro Plan	NRC	FEDIAF
MacroGard	-	0,05	-	Ikke tilsatt	*	**
FOS	0,2-0,4	0,2-0,4	0,34	Ikke tilsatt	*	**
MOS	1	1	0,05	Ikke tilsatt	*	**

*NRC har ingen anbefalinger når det gjelder fibertilsetning

**FEDIAF har ingen anbefalinger når det gjelder fibertilsetning

Konklusjon

Undersøkelsen viste at mengde tilsatt jern, kobber og sink varierte mellom de fire fôrproducentene, og at alle tilsatte langt over anbefalingene fra NRC og FEDIAF.

Det var ikke mulig å få et godt svar på hvorfor fôrproducentene legger seg på et så høyt nivå av mikromineraler, men en årsak kan nok være at det har etablert seg en bransjestandard som man ønsker å følge. I tillegg kan ulikt innhold av mineraler i råvarene virke inn på tilsetningsmengden.

Tilsetting av FOS, MOS og Macrogard viste at produsentene ønsker å fremme dette som helsefremmende tilsetninger utenom vanlig fiberkilder som måtte finnes i øvrige vegetabiliske råvarer i fôrene.

Den store variasjonen mellom fôrproducentene i hvilke typer fiber og hvilket nivå som tilsettes, tyder på at det er stor usikkerhet omkring bruk og effekt av fiber i hundefôr.

Referanser

- Appetitt. (2011). *MacroGard- hjelper for hundens helse*. Hentet fra Appetitt hundefôr - vitenskapsbasen: www.appetitt.com/no/viten/macrogard/index.html
- Axelsson, E., Ratnakumar, A., Arendt, M.-L., Maqbool, K., Webster, M. T., Perloski, M., . . . Lindblad-Toh, K. (2013). The genomic signature of dog domestication reveals adaption to a starch-rich diet. *Nature*, 360-365.
- Beynen, A. C., Saris, D. H., Paap, P. M., Altena, F. V., Visser, E. A., Middelkoop, J., . . . Staats, M. (2011). Dietary Beta-1,3/1,6-glucans reduce clinical signs of canine atopy. *American Journal of Animal and Veterinary Sciences*, 146-152.
- Bornet, F. R., Brouns, F., Tashiro, Y., & Duvillier, V. (2002). Nutritional aspects of short-chain fructooligosaccharides: natural occurrence, chemistry, physiology and health implications. *Digestive and liver disease*, 111-120.
- Brinkhaus, F., Mann, J., Zorich, C., & Greaves, J. A. (1998). Bioavailability of Zinc Propionate in Dogs. *The Journal of Nutrition*(128), 2596-2597.
- Burrows, C. F., Kronfeld, D. S., Banta, C. A., & Merritt, A. M. (1982). Effects of fiber on digestibility and transit time in dogs. *The Journal of Nutrition*, 1726-1732.
- Case, L. P., Daristotle, L., Hayek, M. G., & Raasch, M. F. (2011). *Canine and Feline Nutrition: a resource for companion animal professionals* (3.. utg.). Maryland Heights, Missouri, USA: Mosby Elsevier.
- Chausow, D. G., & Czarnecki-Maulden, G. L. (1987). Estimation of the dietary iron requirement for the weanling puppy and kitten. *The Journal of Nutrition*, 928-932.
- Diez, M., Hornick, J. L., Baldwin, P., Van Eenaeme, C., & Istasse, L. (1998). The influence of sugar-beet fibre, guar gum and inulin on nutrient digestibility, water consumption and plasma metabolites in healthy Beagle dogs. *Veterinary Science*(64), 91-96.
- Edvardsen, D. H., & Ormstad, I. (2000). Karbohydratfôrmidler. I A. Skrede, *Kraftfôr* (ss. 22-41). Ås: Landbruksbokhandelen.
- European Commission. (2008). *Animal Nutrition - feed additives- basic legislation*. Hentet mars 27, 2014 fra European Commission- Health and consumers -food: http://ec.europa.eu/food/food/animalnutrition/feedadditives/legisl_en.htm

- Fahey Jr, G. C., Merchen, N. R., Corbin, J. E., Hamilton, A. K., Bauer, L. L., Titgemeyer, E. C., & Hirakawa, D. A. (1992). Dietary fiber for dogs: III. Effects of beet pulp and oat fiber additions to dog diets on nutrient intake, digestibility, metabolizable energy, and digesta retention time. *Journal of Animal Science*, 1169-1174.
- Fahey Jr, G. C., Merchen, N. R., Corbin, J. E., Hamilton, A. K., Serbe, K. A., & Hirakawa, D. A. (1990). Dietary fiber for dogs: II. Iso-total dietary fiber (TDF) additions of divergent fiber sources to dog diets and their effects on nutrient intake, digestibility, metabolizable energy and digesta mean retention time. *Journal of Animal Science*, 4229-4235.
- Fahey Jr, G. C., Merchen, N. R., Corbin, J. E., Hamilton, A. K., Serbe, K. A., Lewis, S. M., & Hirakawa, D. A. (1990). Dietary fiber for dogs: I. Effects of graded levels of dietary beet pulp on nutrient intake, digestibility, metabolizable energy and digesta mean retention time. *Journal of Animal Science*, 4221-4228.
- FEDIAF - The European Pet Food Industry Federation. (2013). *Nutritional guidelines - for complete and complementary pet food for cats and dogs*. Brusell: FEDIAF.
- French, T. W., Blue, J. T., & Stokol, T. (u.d.). *Basic Iron Metabolism*. Hentet Februar 28, 2014 fra Cornell University College of Veterinary Medicine:
<https://ahdc.vet.cornell.edu/clinpath/modules/chem/femetb.htm>
- Goodwin, D., Bradshaw, J. W., & Wickens, S. M. (1997). Paedomorphosis affects agonistic visual signals of domestic dogs. *Animal Behaviour*(53), 297-304.
- Gouveia, E. M., Silva, I. S., Van Onselem, V. J., Corrêa, R. A., & e Silva, C. J. (2006). Use of mannanoligosaccharides as an adjuvant treatment for gastrointestinal diseases and this effects on E.coli inactivated in dogs. *Acta Cirúrgica Brasileira*(21).
- Graham, P. A., Maskell, I. E., & Nash, A. S. (1994). Canned high fiber diet and postprandial glycemia in dogs with naturally occurring diabetes mellitus. *Journal of Nutrition*(124), 2712-2715.
- Hidaka, H., Eida, T., Takizawa, T., Tokunaga, T., & Tashiro, Y. (1986). Effects of fructooligosaccharides on intestinal flora and human health. *Bifidobacteria Microflora*(5), 37-50.

- Kastenmayer, P., Czarnecki-Maulden, G. L., & King, W. (2002). Mineral and Trace element absorption from dry dog food by dogs, determined using stable isotopes. *The Journal of Nutrition*, 1670-1672.
- Kuhlman, G., & Rompala, R. E. (1998). The influence of dietary sources of zinc, copper and manganese on canine reproductive performance and hair mineral content. *The Journal of Nutrition*, 2603-2605.
- Lowe, J. A., & Wiseman, J. (1998). A comparison of the bioavailability of three dietary zinc sources using four different physiologic parameters in dogs. *The Journal of Nutrition*, 2809-2811.
- Mattilsynet. (2010). *Fôrstatistikk 2010 (fôr til landdyr)*. Oslo: Mattilsynet, Seksjon landdyr og dyrehelsepersonell. Hentet februar 5, 2014 fra www.mattilsynet.no
- McDonald, P., Edwards, R. A., Greenhalgh, J. F., & Morgan, C. A. (2002). *Animal Nutrition* (6.. utg.). Essex: Pearson Prentice Hall.
- McDowell, L. R. (2003). *Minerals in animal and human nutrition* (2.. utg.). Amsterdam, Nederland: Elsevier Science B.V.
- Mejborn, H. (1986). *Zincomsætning hos mink. Ph.D.-thesis*. København: Den Kgl. Veterinær- og Landbohøjskole.
- Muir, H. E., Murray, S. M., Fahey Jr, G. C., Merchen, N. R., & Reinhart, G. A. (1996). Nutrient digestion by ileal cannulated dogs as affected by dietary fibers with various fermentation characteristics. *Journal of Animal Science*(74), 1641-1648.
- National Research Council (NRC). (2006). Minerals. I *Nutrient Requirements of Dogs and cats* (ss. 145-176). Washington, D.C, USA: The National Academic Press.
- Nærings- og fiskeridepartementet, Landbruks- og matdepartementet. (2002). *Forskrift om fôrvarer - lovdata*. Hentet fra Lovdata:
<http://www.lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2002-11-07-1290>
- Pet Food Institute. (2013). *About AAFCO: Pet Food Institute*. Hentet Februar 18, 2014 fra Pet Food Institute (PFI): <http://www.petfoodinstitute.org>
- Pet Food Institute. (2013). *How dry pet food is made*. Hentet Februar 28, 2014 fra Pet Food Institute: <http://www.petfoodinstitute.org>

- Russell, J., & Bass, P. (1985). Canine gastric emptying of fiber meals: influence of meal viscosity and antroduodenal motility. *American Journal of Physiology - Gastrointestinal and Liver Physiology*(249), G662-G667.
- Savolainen, P., Zhang, Y.-p., Luo, J., Lundeberg, J., & Leitner, T. (2002). Genetic Evidence for an East Asian Origin of Domestic Dogs. *Science*.
- Silvio, J., Harmon, D. L., Gross, K. L., & McLeod, K. R. (2000). Influence of Fiber Fermentability on Nutrient Digestion in the Dog. *Nutrition*(16), 289-295.
- Sjaastad, Ø. V., Hove, K., & Sand, O. (2003). *Physiology of Domestic Animals*. Oslo: Scandinavian Veterinary Press.
- Smedley, R., Mullaney, T., & Rumble, W. (2009). Copper- Associated Hepatitis in Labrador Retrievers. *Veterinary Pathology Online*, 484-490.
- Specific . (2012). *Beta-1,3/1,6-glucans as modulators of the immune system*. Hentet fra Dechra:
<http://www.dechra.eu/Files/dechra/Downloads/Specific/NPB%202012/Technical%201eaflet%20beta-glucans.pdf>
- Stafford, K. (2006). *The Welfare of Dogs*. Dordrecht, Nederland: Springer.
- Strickling, J., Harmon, D., Dawson, K., & Gross, K. (2000). Evaluation of oligosaccharide addition to dog diets: influences on nutrient digestion and microbial populations. *Animal Feed Science and Technology*, 205-219.
- Stuyven, E., Verdonck, F., Van Hoek, I., Daminet, S., Duchateau, L., Remon, J. P., . . . Cox, E. (2010). Oral administration of beta-1,3/1,6-glucan to dogs temporally changes total and antigen-specific IgA and IgM. *Clinical and vaccine immunology*, 281-285.
- Sunvold, G. D., Fahey Jr, G. C., Merchen, N. R., & Reinhart, G. A. (1995) b. In vitro fermentation of selected fibrous substrates by dog and cat fecal inoculum: influence of diet composition on substrate organic matter disappearance and short-chain fatty acid production. *Journal of Animal Science*(73), 1110-1122.
- Sunvold, G. D., Fahey Jr, G. C., Merchen, N. R., Titgemeyer, E. C., Bourquin, L. D., Bauer, L. L., & Reinhart, G. A. (1995) a. Dietary fiber for dogs: IV. In vitro fermentation of selected fiber sources by dog fecal inoculum and in vivo digestion and metabolism of fiber-supplemented diets. *Journal of Animal Science*(73), 1099-1109.

- Swanson, K. S., Grieshop, C. M., Flickinger, E. A., Healy, H.-P., Dawson, K. A., Merchen, N. R., & Fahey Jr, G. C. (2002). Effects of supplemental fructooligosaccharides plus mannanoligosaccharides on immune function and ileal and fecal microbial populations in adult dogs. *Animal Nutrition*, 309-318.
- Underwood, E. J. (1971). *Trace Elements in human and animal nutrition*. New York: Academic Press, Inc.
- Waszkiewicz-Robak, B. (2013). Spent brewer's yeast and beta glucans isolated from them as diet components modifying blood lipid metabolism disturbed by an atherogenic diet. I R. Valenzuela Baez (Red.), *Lipid metabolism*. InTech.
- Watson, T. D. (1998). Diet and skin disease in dogs and cats. *The Journal of Nutrition*, 2783-2789.
- Webb, C. B., Twedt, D. C., & Meyer, D. J. (2002). Copper - Associated Liver Disease in Dalmatians: A review of 10 dogs. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 665-668.
- Wedekind, K. J., & Lowry, S. R. (1998). Are organic zinc sources efficacious in puppies? *The Journal of Nutrition*, 2593-2595.
- Wedekind, K. J., Hortin, A. E., & Baker, D. H. (1992). Methodology for assessing zinc bioavailability: efficacy estimates for zinc-methionine, zinc sulfate, and zinc oxide. *Journal of Animal Science*, 178-187.
- Wilhem, S., Kovalik, M., & Favrot, C. (2010). Breed-associated phenotypes in canine atopic dermatitis. *Veterinary Dermatology*(22), 143-149.
- Wills, J. M., & Simpson, K. W. (1994). *The Waltham book of clinical nutrition of the dog and cat*. Oxford, England: Waltham Centre for Pet Nutrition.
- Zentek, J., Marquart, B., & Pietrzak, T. (2002). Intestinal effects of Mannanoligosaccharides, Transgalactooligosaccharides, Lactose and Lactulose in Dogs. *The Journal of Nutrition*, 1682-1684.

Vedlegg

Utregning av energiinnhold og mineralinnhold

Appetitt - puppy medium breed

Omsettelig energi pr kg: 4200 kcal

Jern 500 mg/4,2 = 119,05 mg/1000 kcal

Kobber 22 mg/4,2 = 5,24 mg/1000 kcal

Sink 230 mg/4,2 = 54,7 mg/1000 kcal

Royal Canin – medium junior

Omsettelig energi pr kg: 3923 kcal

Jern 219 mg/3,9 = 56,15 mg/1000 kcal

Kobber 15 mg/3,9 = 3,85 mg/1000 kcal

Sink 226 mg/3,9 = 57,9 mg/1000 kcal

Labb – vekst små og mellomstore raser

NFE = 100 – (råprotein + råfett + råfiber + råaske + vann)

100 – vann = tørrstoff

100 – 8 % vann = 92 % tørrstoff

920 g – (290 g + 200 g + 12 g + 73 g + 80 g) = 265 g karbohydrater (NFE)

Beregning av omsettelig energi (kcal):

$(3,5 * \text{protein}) + (8,5 * \text{fett}) + (3,5 * \text{karbohydrater}) = \text{kcal (ME)}$

$3,5 * 290 \text{ g} = 1015 \text{ g}$

$8,5 * 200 \text{ g} = 1700 \text{ g}$

$3,5 * 265 \text{ g} = 927,5 \text{ g}$

= 3642,5 kcal omsettelig energi per kg

Jern 200 mg/3,6 = 55,5 mg (0,05 g)

Kobber 22 mg/3,6 = 6,1 mg (0,006 g)

Sink 230 mg/3,6 = 63,8 mg (0,06 g)

Purina Pro Plan – puppy original kylling og ris

NFE = 100 – (råprotein + råfett + råfiber + råaske + vann)

100 – 8 % = 92 % tørrstoff

920 g – (300 + 190 + 20 + 70 + 80) = 260 g karbohydrater (NFE)

Beregning av omsettelig energi (kcal):

$(3,5 * \text{protein}) + (8,5 * \text{fett}) + (3,5 * \text{karbohydrater}) = \text{kcal (ME)}$

$3,5 * 300 \text{ g} = 1050 \text{ g}$

$8,5 * 190 \text{ g} = 1615 \text{ g}$

$3,5 * 260 \text{ g} = 910 \text{ g}$

= 3575 kcal omsettelig energi per kg

Jern $180 \text{ mg} / 3,5 = 51,4 \text{ mg}$

Kobber $45 \text{ mg} / 3,5 = 12,8 \text{ mg}$

Sink $380 \text{ mg} / 3,5 = 108,5 \text{ mg}$

Fôrdeklarasjoner

Labbb vekst

- Et fullfôr til valper av små og mellomstore raser med voksenvekt inntil 25 kg.

Analysert innhold: Protein 29 %, fett 20%, fiber 1,20 %, aske 7,3 %, kalsium 1,5 %, fosfor 1,00 %, natrium 0,35 %.

Sammensetning: Tørket animalsk protein av kylling, hvete, animalsk fett av kylling, ertestivelse, mais, fiskemel av laks, ris, fiskeolje av laks, hydrolysert protein av kyllinglever, sukkerbetefiber, monokalsiumfosfat, kalsiumkarbonat, natriumklorid.

Tilsetningsstoffer: vitaminer og mikromineraler

Mineralene er tilsatt som:

- Jernsulfat monohydrat.
- Kobbersulfat pentahydrat
- Sinkoksid

Appetitt – puppy medium breed

Analysert innhold: Protein 28 %, fett 18 %, fiber 1,6 %, kostfiber 6,7 %, aske 7,5 %, NFE (nitrogenfrie ekstraktstoffer) 36,6 %, vann 8,0 %.

Sammensetning: Tørket animalsk protein av kylling, hvete, mais, animalsk fett av kylling, ris, fiskemel av laks, stivelse fra erter, animalsk fett av svin, tørkede eggeprodukter, hydrolysert animalsk protein av kyllinglever, fiskeolje av laks, monokalsiumfosfat, ølgjær, tørket sukkerbetemasse, natriumklorid, frukto-oligosakkarider, kalsiumkarbonat, glukosamin og gjærprodukt (MacroGard).

Tilsetningsstoffer: Vitaminer (A, D, E, og B-vitaminene), mineraler, frukto-oligosakkarider og MacroGard.

Mineralene er tilsatt som:

- Jernsulfat monohydrat.
- Kobbersulfat pentahydrat
- Sinkoksid

Royal Canin – medium junior

Analysert innhold: Protein 32 %, fett 20 %, kostfiber 7,6 %, cellulose 1,6 %, aske 6,9 %, NFE 31,5 %, stivelse 25,5 %, vann 8 %.

Sammensetning: Tørket svine- og okseprotein, animalsk fett, mais, tørket fjørfeprotein, hvetemel, hvete, betefiber, ris, maismel, hydrolysat av animalsk protein, vegetabilsk proteinisolat, mineralsalter, maisgluten, fiskeolje, soyaolje, gjær, frukto-oligosakkarider, mannan-oligosakkarider (hydrolysert gjærekstrakt), tagetes erecta ekstrakt (luteinkilde).

Tilsetningsstoffer: vitaminer (A og D), mineraler, konserveringsmidler, antioksidanter, frukto-oligosakkarider, mannan-oligosakkarider og en luteinkilde.

Purina ProPlan – Puppy original kylling og ris

Analysert innhold: Protein 30 %, fett 19 %, råaske 7 %, råfiber 2 %, omega-3 fettsyrer 0,4 %, omega-6 fettsyrer 2,9 %, DHA 0,06 %.

Ingredienser: Kylling (20 %), hvete, maisglutenmel, tørket fjørfeprotein, ris (8 %), animalsk fett, mais, hydrolysat, tørket betemasse, mineraler, tørkede egg, fiskeolje, råmelk (0,1 %).

Tilsetningsstoffer: vitaminer (A, D, E og C) og mineraler.

Mineralene som er tilsatt er tilsatt i form av:

- Jernsulfat monohydrat (180 mg/kg)
- Kobbersulfat pentahydrat (45 mg/kg)
- Sinkulfat monohydrat (380 mg/kg)



Norges miljø- og
biovitenskapelige
universitet

Postboks 5003
NO-1432 Ås
67 23 00 00
www.nmbu.no