



HET EFFECT VAN ZETMEEL IN HONDENVOEDING

Een literatuurstudie naar de verschillen in
zetmeelbronnen die gebruikt worden in
hondenvoeding en het effect ervan

Aeres Hogeschool te Dronten
Renate Dijkhuizen
14-07-2017

Titelpagina

Titel: Het effect van zetmeel in hondenvoeding

Ondertitel: Een literatuurstudie naar de verschillen in zetmeelbronnen die gebruikt worden in hondenvoeding en het effect ervan.

Type document: Scriptie

Student: Renate Dijkhuizen

Studentnummer: 309632

Opleiding: Diergezondheid en management

Major: Dier- en veehouderij

Onderwijsinstelling: Aeres hogeschool

Begeleider: M. Halff

Datum: 14-07-2017

Inhoud

Abstract.....	3
Samenvatting	4
1. Inleiding.....	5
1.1. Aanleiding onderzoek.....	5
1.2. Probleemstelling.....	6
2. Methode	8
2.1. Validiteit	8
2.2. Betrouwbaarheid.....	9
2.3. Zoekschema's.....	9
3. Resultaten.....	14
3.1. Het productieproces	14
3.1.1 Extrusie	14
3.1.2 Persen.....	15
3.1.3 Geëxpandeerde brokken	15
3.2. Zetmeelbronnen	16
3.2.1 Zetmeel	16
3.2.2 Mais.....	18
3.2.3 Rijst	18
3.2.3 Erwtten	18
3.2.4 Soja.....	18
3.3 Gezondheid	19
3.3.1. Allergie en intolerantie	19
3.3.2. Diabetes mellitus	20
3.3.3. Obesitas	21
4. Discussie	22
4.1. Productieproces	22
4.2. Zetmeelbronnen	22
4.3. Gezondheid.....	22
4.4. Evaluatie van het onderzoek	23
4.5. Validiteit	23
4.6. Betrouwbaarheid.....	23
5. Conclusie en aanbevelingen	25
6. Literatuurlijst.....	26

Abstract.

The reason for this study is the trend of grain free dog food in the pet food sector. In this study, different starch sources used in animal nutrition are compared, maize, rice, soya and peas. The purpose of this literature research is to clarify the disadvantages and benefits of different types of starch sources. This can help consumers make an informed choice when purchasing dog food.

The research question is as follows: *What effect does the type of starch source have on the digestibility of dog food and on getting an allergy, diabetes, or obesity for the dog?*

The main question is divided into 3 themes. This enabled a wider search area to be investigated. The subquestions have all come under one of the themes. These themes are production process, starch source and health.

In this main question the following partial questions have been formulated:

1. What is the difference in digestibility of starch sources between extruded, pressed and expanded dog food?
2. What effect does the type of starch source have on the dog's digestive system?
3. What is the effect of the type of starch source on the occurrence of food intolerance or allergy in the dog?
4. What effect does the type of starch source have on the onset of diabetes and obesity?

For each theme, a search schedule was created to find literature. Based on the literature that emerged from this, it has been considered which literature is relevant to the partial questions. Only literature later than 2003 was used. The most important keywords in this study were Starch, Digestion, Extrusion, Diabetic, Obese

The results show that the production process is important for the digestion of starch sources. This is the case because it causes the starch to break open. At the starch source, it was found that the choice of starch source is little to the digestibility of dog food. However, it has been found that the rate of absorption of carbohydrates differs from each starch. This has to do with the molecular structure of the starch source. The effect of the starch source on dog health in getting diabetes or obesity has not been demonstrated. This can be because in these two conditions besides diet, other factors may cause the dog to get obesity or diabetes. This study has shown that the starch source may reduce the disease. In the case of diabetes it appears that the starch source peas ensure a stable blood glucose level. More research needs to be done. The conclusion is that one type of starch source is better absorbed than the other because of the production process. Soybeans must be giving not more than 150 gr per 1 Kg. Because soybeans decrease the digestion of protein.

Upon getting a disease, the starch source has no influence. However, the type of starch source can reduce the disease.

Samenvatting

De aanleiding voor dit onderzoek is de groeiende aanbod van graanvrije hondenvoeding in de huisdiervoedingssector. Dit onderzoek vergelijkt verschillende zetmeelbronnen die gebruikt worden in diervoeding, te weten mais, rijst, soja en erwten. Het doel van dit literatuuronderzoek is om duidelijkheid te scheppen over de voor- en nadelen van verschillende soorten zetmeelbronnen. Dit kan consumenten helpen een weloverwogen keuze te maken bij de aankoop van hondenvoeding.

De onderzoeksvraag luidt als volgt: *Welk effect heeft het type zetmeelbron op de verteerbaarheid van het hondenvoer en op het krijgen van een allergie, diabetes, of obesitas voor de hond?* Deze vraag is onderzocht vanuit drie thema's: productieproces, zetmeelbron en gezondheid. Hierdoor kon een breder zoekgebied onderzocht worden. Vanuit deze thema's zijn de volgende deelvragen geformuleerd:

1. Wat is het verschil in verteerbaarheid van de zetmeelbronnen tussen geëxtrudeerd, geperst en geëxpandeerd hondenvoer?
2. Wat voor effect heeft het type zetmeelbron op het verteringsstelsel van de hond?
3. Wat is het effect van het type zetmeelbron op het ontstaan van een voedingsintolerantie of allergie bij de hond?
4. Welke effect heeft het type zetmeelbron op het ontstaan van diabetes en obesitas?

Voor elk thema is een zoekschema gemaakt om literatuur te vinden. Vervolgens is een selectie gemaakt en geconcentreerd op de literatuur die relevant is voor het beantwoorden van de deelvragen. Alleen literatuur recenter dan het jaar 2003 is gebruikt. De belangrijkste zoekwoorden in dit onderzoek waren Strach, Digestion, Extrusie, Diabetic, Obese,

Uit de resultaten blijkt dat de verschillende manieren van het produceren voor hondenvoeding. Geen verschil levert op de vertering van zetmeelbronnen. Het is aangetoond dat het type zetmeelbron weinig verschil maakt voor de verteerbaarheid van hondenvoer. Wel is gebleken dat de opnamesnelheid van de koolhydraten verschilt per zetmeelsoort, vanwege de moleculaire structuur van de zetmeelbron. Het is niet aangetoond dat de zetmeelbron effect heeft op de ontwikkeling van diabetes of obesitas bij de hond. Naast voeding zijn er namelijk ook andere factoren die ervoor kunnen zorgen dat een hond obesitas of diabetes krijgt. Uit dit onderzoek is gebleken dat de zetmeelbron wel de symptomen van een aandoening kan verminderen. In het geval van diabetes blijkt dat de zetmeelbron erwten zorgt voor een stabielere glucosespiegel in het bloed.

De conclusie is dat het ene type zetmeelbron sneller wordt opgenomen dan het andere, door de invloed van het productieproces. Rijst wordt het snelste opgenomen gevolgd door rijst, soja en erwten.

Soja moet voorzichtig worden gegeven omdat meer dan 1 gram per killogram hondenvoer ervoor zorgt dat eiwitten minder goed verteerd worden.

Het effect op gezondheid is dat een zetmeel bron geen obesitas of diabetes kan veroorzaken. Wel zou een zetmeelbron symptomen kunnen verminderen. In hoeverre dit kan moet bij weten van de auteur een onderzoek na worden gestart.

1. Inleiding

In 2015 werd wereldwijd voor 70 miljard dollar omgezet in de huisdiervoedingsindustrie (Phillips-Donaldson, Global pet food trends: sales and volume rose 4% in 2015, 2016). Dat komt overeen met ongeveer 65 miljard euro. In Europa leverde huisdiervoeding en alle bijbehorende producten en diensten de sector een totale jaaromzet van ongeveer 24 miljard euro op (Fediaf: the european pet food industry, 2015). Volgens het Centraal Bureau voor de Statistiek zorgde de huisdiervoedingssector in Nederland voor een omzet van 568 miljoen euro (Centraal Bureau voor Statistiek, 2015)

De laatste jaren is een trend te zien in de huisdiervoedingssector, namelijk de toename van graanvrij hondenvoer. In Amerika steeg tussen 2011 en 2013 de verkoop van graanvrije voeding met 34% (Beaton, 2014). In 2014 steeg de omzet van graanvrijvoer in Griekenland en Engeland met 25% en was daarmee goed voor een derde van de totale omzet van diervoeding. Het overgrote deel van de graanvrije diervoederproducten werd gekocht door hondeneigenaren (Gfk, 2015). De toename is te wijten aan consumenten die natuurlijke voeding voor hun hond zoeken (Gfk, 2015). Waarom consumenten dat precies willen, is niet onderzocht. Wat opvalt is dat humanisering van huisdieren steeds vaker voorkomt (HAS Hogeschool, 2015) en dat veel voedingstrends voor mensen overslaan op de diervoedingssector (Phillips-Donaldson, 2014).

1.1. Aanleiding onderzoek

Naast graanvrije hondenbrokken zijn er brokken met granen op de markt. Het is opvallend dat het graanvrije voer, dat duurder is dan het reguliere voer met granen, een steeds groter marktaandeel krijgt (Gfk, 2015) (Beaton, 2014). Dit is des te opvallender wanneer in acht wordt genomen dat er weinig verschil in samenstelling bestaat tussen de twee soorten. Beide voersoorten worden namelijk gemaakt van een zetmeelbron. Het zetmeel in de ene soort is afkomstig van een graansoort zoals mais; het zetmeel in de andere soort is afkomstig van een niet-graansoort zoals aardappel. Honden kunnen beide vormen van zetmeel niet verteren, tenzij het zetmeel eerst wordt ontsloten. Een veelgebruikte methode om zetmeel te ontsluiten is extrusie. Hierbij wordt de temperatuur tijdens het productieproces onder hogedruk boven de 100 graden Celsius gebracht (Øverlanda, Romarheim, Ahlstrøm, Storebakken, & Skrede, 2007). Naast extrusie kan een hondenvoerfabrikant ervoor kiezen om voorbewerkt zetmeel te gebruiken. De fabrikant kan er tevens voor kiezen om hondenbrokken te persen of te expanderen.

Voedingswaardeanalyses van hondenvoer brengen een verschil tussen graanvrij en graanhoudend voer aan het licht. Gemiddeld genomen bevat graanvrij hondenvoer meer eiwitten dan hondenvoer met granen (voerwijzer, 2016). Hondenvoeding met granen bevat gemiddeld meer koolhydraten. Aan het gebruik van beide voedingsvarianten kleven voor- en nadelen. Een argument tegen graanvrije voeding is dat het hoge eiwitgehalte problemen kan veroorzaken voor de nieren (pet food news, 2015). Wetenschappelijk onderzoek suggereert dat de hond zich in de loop van eeuwen heeft aangepast aan een rijkere zetmeelbrondieet (Axelsson, et al., 2013). Een argument tegen granen in hondenvoeding is dat het hoge koolhydraatgehalte slecht is voor de hond omdat honden van nature carnivoren zijn en meer eiwitten dan koolhydraten nodig hebben.

Naast deze argumenten speelt allergie voor granen een rol. Een aantal wetenschappelijke onderzoeken, waaronder dat van Jackson, Jackson, Coblenz en Hammerber (2003), tonen aan dat honden allergisch kunnen zijn voor bepaalde granen. Onderzoeken die gericht zijn op één type zetmeel tonen deze allergie echter niet aan (Yamka, Kitts, True, & Hammon, 15 oktober 2004).

1.2. Probleemstelling

In de diervoedingsindustrie wordt op dit moment vooral gebruikgemaakt van twee soorten samenstellingen van hondenbrokken: met graan en zonder graan. Graanvrije brokken en brokken met granen worden op dezelfde manier gemaakt en aan de hond gevoerd. In beide types zit een vorm van zetmeel, ofwel een zetmeelbron. Niettemin lijkt er tussen deze twee soorten hondenvoeding een groot verschil te bestaan in samenstelling en vertering.

Veel onderzoeken tonen aan dat het ene zetmeel slecht is voor de hond en het andere niet. Een voorbeeld hiervan is het onderzoek van Yamka, Kitts, True en Hammon (2004), waarin geconcludeerd is dat mais zowel een zetmeelbron als een eiwitbron voor honden is. Tegenover dit onderzoek staat het onderzoek van Jackson, Jackson, Coblenz en Hammerberg (2003), waaruit blijkt dat honden een allergie voor maiseiwitten kunnen krijgen. Verder is gebleken dat sommige zetmeelbronnen de vertering van eiwitten ondermijnen. Dit is bij soja het geval, wanneer er meer dan 150 gram soja per kilogram in de voeding van de hond voorkomt, dan wordt eiwit minder goed verteerd. (Yamka, Jamikorn, True, & Harmon, 2003). Er is veel onderzoek gedaan naar zetmeelbronnen in hondenvoeding en de ziektes die deze zouden veroorzaken, zoals allergie, obesitas en diabetes. Er lijkt niet eerder een vergelijking te zijn gemaakt van deze onderzoeken, waarin wordt gekeken of ze elkaar niet tegenspreken.

In dit literatuuronderzoek zijn de verschillen tussen graanhoudende en graanvrije hondenvoeding onderzocht wat betreft vertering, voedingsintolerantie of allergische reacties bij honden. De onderzoeksdoelstelling is om duidelijkheid te scheppen over de voor- en nadelen van verschillende soorten zetmeelbronnen. Dit kan bijdragen consumenten een weloverwogen keuze te laten maken bij de aankoop van hondenvoeding.

De onderzoeksvraag luidt: *welk effect heeft het type zetmeelbron op de verteerbaarheid van het hondenvoer en de gezondheid van de hond?* Op basis van deze hoofdvraag zijn de volgende deelvragen geformuleerd:

1. Wat is het verschil in verteerbaarheid van de zetmeelbronnen tussen geëxtrudeerd, geperst en geëxpandeerd hondenvoer?
2. Wat voor effect heeft het type zetmeelbron op het verteringsstelsel van de hond?
3. Wat is het effect van het type zetmeelbron op het ontstaan van een voedingsintolerantie of allergie bij de hond?
4. Welke effect heeft het type zetmeelbron op het ontstaan van diabetes en obesitas?

De hypothese is dat de zetmeelbron verschillende effecten heeft op de vertering, maar geen effect heeft op de gezondheid van de hond.

Deze literatuurstudie begint met de onderzoeksmethode en gaat daarna in op het onderdeel productieproces. Na het productieproces zal er worden ingegaan op de zetmeelbronnen, waarna het thema gezondheid is beschreven. Tot slot volgen de discussie en conclusie.

2. Methode

Dit onderzoek naar de invloed van de zetmeelbron is een literatuuronderzoek. Hoewel er al veel geschreven is over hondenvoeding en zetmeel, is het nog niet duidelijk wat precies de verschillen zijn tussen de zetmeelbronnen die in die voeding gebruikt worden. Hierom wordt in deze literatuurstudie gebruik gemaakt van exploratief onderzoek van de bestaande literatuur. Dit om zo de verschillen in zetmeelbronnen te onderzoeken. Er zal voornamelijk een kwalitatief onderzoek worden uitgevoerd omdat er na effecten gekeken gaat worden.

2.1. Validiteit

In deze paragraaf wordt per deelvraag beschreven welk type onderzoek er is gebruikt en de werkmethodiek van het onderzoek. Dit om ervoor te zorgen dat er ook daadwerkelijk een antwoord op de deelvraag komt.

Deelvraag : Wat is het verschil in verteerbaarheid van de zetmeelbronnen tussen geëxtrudeerd, geperst en geëxpandeerd hondenvoer?

Type onderzoek: Literatuuronderzoek

Aanpak: Er is gezocht naar literatuur via Google Scholar (bibliografische methode) en via referentielijsten in bestaande boeken en vaktijdschrift artikelen (sneeuwbalmethode). De zoektermen zijn afgeleid van de Engelse vertalingen van de woorden 'extrusie', 'persen', 'expanderen', 'verstijfseling' en de verwante termen.

Deelvraag: Wat voor effect heeft het type zetmeelbron op het verteringsstelsel van de hond?

Type onderzoek: Literatuuronderzoek

Aanpak: Er is gezocht naar literatuur via Google Scholar en via referentielijsten in bestaande boeken en vaktijdschrift artikelen. De zoektermen zijn afgeleid van de Engelse vertalingen van de woorden 'mais', 'rijst', 'erwten' en 'soja'.

Deelvraag: Wat is het effect van het type zetmeelbron op het ontstaan van een voedingsintolerantie of allergie bij de hond?

Type onderzoek: Literatuuronderzoek

Aanpak: Er is gezocht naar literatuur via Google Scholar en via referentielijsten in bestaande boeken en vaktijdschrift artikelen. De zoektermen zijn afgeleid van de Engelse vertalingen van de woorden 'allergie' en 'voedselintolerantie'.

Deelvraag: Wat is het effect van het type zetmeelbron op het ontstaan van diabetes of obesitas?

Type onderzoek: Literatuuronderzoek

Aanpak: Er is gezocht naar literatuur via Google Scholar en via referentielijsten in bestaande boeken en vaktijdschrift artikelen. De zoektermen zijn afgeleid van de Engelse vertalingen van 'obesitas' en 'diabetes'.

2.2. Betrouwbaarheid

De betrouwbaarheid van de literatuur is beoordeeld door te kijken:

- of de publicatie vindbaar is via Google Scholar;
- of de publicatie uitgegeven is in een wetenschappelijk of vaktijdschrift;
- naar het aantal keer dat de bron wordt geciteerd;
- naar wat anderen over de publicatie hebben gezegd.

Wanneer het een rapport, artikel of website betreft, zijn de volgende aspecten kritisch bekeken om de betrouwbaarheid te waarborgen:

- Aanduiding van auteur en datering van de tekst;
- De werkring van de auteur;
- Aanduiding van de doelgroep;
- Aanwezigheid van expliciete vraagstellingen en conclusies;
- Aanwezigheid van een verantwoording van de gebruikte methode;
- Aanwezigheid van voldoende en hoogwaardige literatuurverwijzingen of noten;
- Het niveau van het taalgebruik en de tekstverzorging.

2.3. Zoekschema's

Deze paragraaf geeft de werkwijze met de zoekschema's weer. De zoekschema's zijn gemaakt om zo gebruik te kunnen maken van de sneeuwbalmethode te komen. Door de worden uit de zoekschema te combineren in een zoekmachine zijn artikelen gevonden. Door deze artikelen door te lezen en gebruik te maken van de termen die gebruikt zijn en de literatuur die gebruikt is voor die artikelen. Zijn nieuw zoek worden gevonden en soms zelfs andere artikelen. Deze zoektocht heeft een verscheidenheid aan literatuur opgeleverd. De deelvragen zijn beantwoord door deze stukken met elkaar te vergelijken.

Tabel 1 is het zoekschema voor het thema productieproces. Tabel 2 laat zien hoe de synoniemen zijn gebruikt en welk resultaat daaruit is voortgekomen.

Tabel 1: zoekschema productieproces

	Geëxtrudeerde brokken	Geperste brokken
Synoniemen	Extrusie food kibble food	Pressed food Cold pressed food
Verwante termen	Petfood process	Petfood process

Bredere termen	Digestion starch	Digestion starch
Nauwere Termen	Dog food Canine	Dog food Canine

Tabel 2: Resultaat zoekschema productie proces

Zoekmachine	Zoekwoorden	Resultaat in vorm van artikel	Databank	Nieuw verkregen zoekwoorden
Google Scholar	Canine diet extrusion	Effects of drying temperature and time of a canine diet extruded with a 4 or 8 mm die on physical and nutritional quality indicators	ScienceDirect	
Google Scholar	Starch extrusion process	Application of extrusion-cooking for processing of thermoplastic starch (TPS)	ScienceDirect	

Tabellen 3 en 4 hebben betrekking op het thema zetmeelbronnen. De werkwijze is hetzelfde als bij de tabellen 1 en 2.

Tabel 3 Zoekschema zetmeelbronnen

	Mais	Rijst	Erwten	Soja	Zetmeel
Synoniemen	Maize Corn	Rice	Pea	Soy	Starch Carbonate
Verwante termen	Cereals Grain	Cereals Grain			Gelatinization Amylase
Bredere termen	Protein course Carbonate course	Protein course Carbonate course	Protein course Carbonate course	Protein course Carbonate course	Process carbonate Glucose
Nauwere Termen	Starch	Starch	Starch	Starch	

Tabel 4 Resultaat zoekschema zetmeelbronnen

Zoekmachine	Zoekwoorden	Resultaat in vorm van artikel	Databank	Nieuw zoekwoorden
Google Scholar	Dog maize digestibility	Digestibility and metabolizable energy of some carbohydrate sources for dogs	ScienceDirect	Nutrient digestibility; Cereals
Google Scholar	Dog rice digestion	The replacement value of sorghum and maize with or without supplemental enzymes for rice in extruded dog foods	ScienceDirect	Dog; Enzyme supplementation; Faecal quality
Google Scholar	Dog maize digestibility	Digestibility and metabolizable energy of maize gluten feed for dogs as measured by two different techniques	ScienceDirect	metabolizable energy
Google Scholar	Soy digestibility dog	Effects of the inclusion of carbohydrases and different soybean meals in the diet on palatability, digestibility and faecal characteristics in dogs	ScienceDirect	Enzymes Galactosidase Non-starch polysaccharides
Google Scholar	Pea carbohydrate source dog	Effect of an extruded pea or rice diet on postprandial insulin and cardiovascular responses in dogs	ScienceDirect	
Google Scholar	gelatinization maize	Viscoelastic behaviour during the gelatinization of starch I. Comparison of wheat, maize potato and waxy-barley starches.	Wily	

Tabellen 5 en 6 betreffen het thema gezondheid. De werkwijze is hetzelfde als bij de tabellen 1 en 2

Tabel 5 Zoekschema gezondheid

	Allergie	Intolerantie	Diabetes Mellitus	Obesitas
Synoniemen	Allergic		Diabetes mellitus	Obese overweight
Verwante termen	Sensitivity Adverse food reaction	Sensitivity Adverse food reaction	Insulin sensitivity	Metabolism
Bredere termen	Corn Soy Peas Rice	Corn Soy Peas Rice	Corn Soy Peas Rice Carbohydrate	Corn Soy Peas Rice
Nauwere Termen	IgE	IgE	Glymectic index	Carbonate source

Tabel 6 Resultaat zoekschema gezondheid

Zoekmachine	Zoekwoorden	Resultaat in vorm van artikel	Databank	Nieuw verkregen zoekwoorden
Google Scholar	Carbohydrate source insulin	Effects of six carbohydrate sources on dog diet digestibility and post-prandial glucose and insulin response	Wiley	
Google Scholar	Adverse food reaction dog	Ingredients and foods associated with adverse reactions in dogs and cats	Wiley	

Google Scholar	Food allergic dog	Evaluation of the clinical and allergen specific serum immunoglobulin E responses to oral challenge with cornstarch, corn, soy and a soy hydrolysate diet in dogs with	Wiley	hydrolysate diet
Google Scholar	Feed sensitivity rice	Food sensitivity in dog a quantitative study	Wiley	dermatology
Google Scholar	Diabetes mellitus canine	Canine and Feline Diabetes Mellitus: Nature or Nurture	Wiley	genetic environmental influences pre-diabetes
Google Scholar	Obesity canine	Canine obesity – an overview	Wiley	Pre-disposition Metabolisme

3. Resultaten

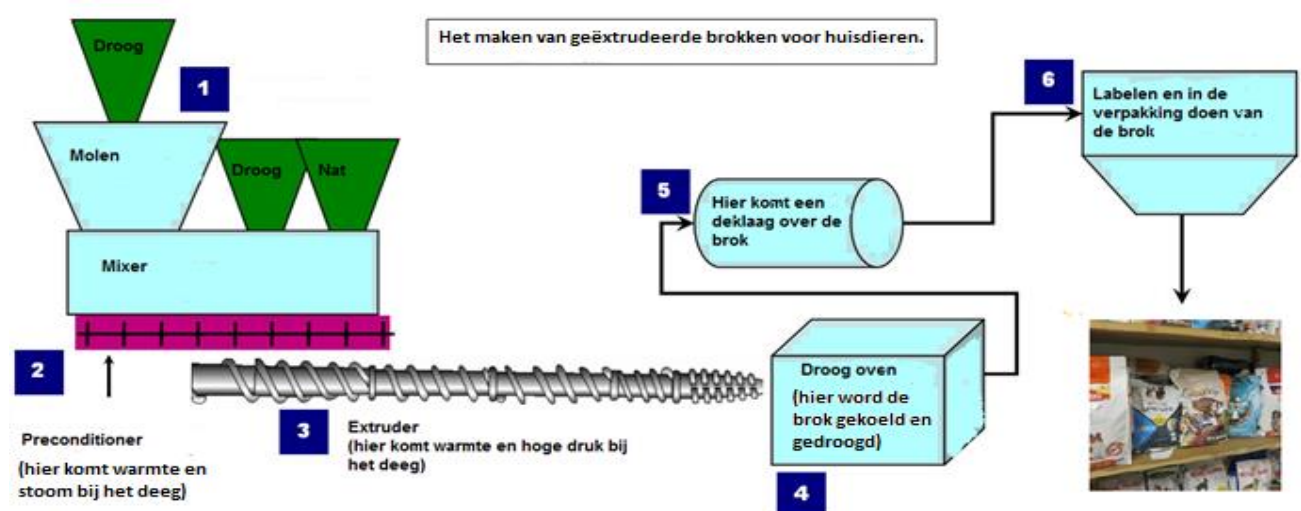
3.1. Het productieproces

Er zijn verschillende manieren om droog hondenvoer te produceren: geëxtrudeerd, geperst en geëxpandeerd.

3.1.1 Extrusie

Extrusie is een kooktechniek waarbij het voedingsmengsel gedurende een relatief korte tijd (10 tot 270 seconden) wordt blootgesteld aan een hoge druk en een hoge temperatuur (80° tot 120°C) (Dziezak, 1989). Een goede thermische behandeling, zoals extrusie, deactiveert anti-voedingsfactoren, verhoogt de houdbaarheidstermijn van de voeding en de verteerbaarheid van de voedingsstoffen en verbetert de smaak. Het extrusieproces gelatineert bijvoorbeeld het zetmeel, waardoor de voedingsstoffen verteerbaarder worden (Murray, et al., 2001).

In diervoeding wordt extrusie op de volgende manier gerealiseerd: Natte en droge ingrediënten worden in een menger bij elkaar gebracht om een vochtig deeg te maken. Het deeg wordt in een preconditioner verwarmd en komt vervolgens in een grote molen terecht, waarna de primaire bereidingsfase voor droge geëxtrudeerde voedingsproducten voor huisdieren optreedt. Het deeg wordt onder intense hitte en druk gekookt, waardoor de celwanden in de granen worden opengebroken. Door dat openbreken worden zetmeelstructuren uit elkaar gehaald en worden ze verteerbaar. Hierna beweegt het deeg naar het open uiteinde van de extruder. Het warme deeg gaat door een vormende matrijs die het tot slierten omvormt. Hierna wordt het onder een mes geleid, dat de slierten in brokjes verdeelt. Het voedsel wordt in een oven gedroogd totdat het vochtgehalte laag genoeg is om lang houdbaar te blijven. Na afkoelen gaat het droogvoer door een machine die er een deklaag overheen sproeit. Het resultaat is een zak, doos of andere verpakking van droog voedsel of traktaties voor huisdieren (Obenauf, Ernyei, Thomas, Atkins, & Driscoll, 2011). Figuur 1 laat het proces in zijn geheel zien



Figuur 1 Productieproces geëxtrudeerde brokken voor huisdiervoeding (Obenauf, Ernyei, Thomas, Atkins, & Driscoll, 2011)

3.1.2 Persen

Bij het persen van droogvoer worden temperaturen gebruikt tussen de 38 (koudgeperst) tot 75 (gewone persing) graden Celsius. Het proces verloopt als volgt: Alle ingrediënten komen samen in een mixer. In deze mixer wordt stoom aan de ingrediënten toegevoegd. Wanneer de ingrediënten op de juiste temperatuur zijn gekomen, worden ze door een wals geperst (Avizienis, 2010). Een belangrijk verschil met extrusie is dat het zetmeel niet wordt ontsloten, omdat de ingrediënten niet voldoende verhit worden. Hierom moet bij persen altijd gebruik worden gemaakt van voorbewerkte granen of voorbewerkt zetmeel. Dan kunnen de zetmeelbronnen wel verteerd worden.

3.1.3 Geëxpandeerde brokken

Geëxpandeerde brokken zijn brokken die qua productieproces en uiterlijke kenmerken tussen geperste en geëxtrudeerde brokken in zitten. Geëxpandeerde brokken zijn lichter dan geëxtrudeerde, maar zwaarder dan geperste. Het productieproces houdt het midden tussen persen en extruderen, omdat de ingrediënten bewerkt worden op een temperatuur van 90 graden Celsius (Avizienis, 2010). Bij geëxpandeerde brokken wordt het zetmeel opengebroken. Tabel 7 laat per productiemethode zien welke temperaturen worden gebruikt en of het zetmeel wordt opengebroken.

Tabel 7: Verschillen in productieprocessen diervoeding.

	Temperatuur (°C)	Zetmeel opengebroken
Extrusie	80-200	Ja
Persen	38-75	Nee
Expansie	90	Ja

3.2. Zetmeelbronnen

3.2.1 Zetmeel

Een belangrijke grondstof in hondenvoeding is zetmeel. Daarom wordt zetmeel in deze paragraaf besproken. Zetmeel wordt gebruikt voor zowel humane consumptie als veevoeding en huisdiervoeding. Zetmeel is afkomstig uit plantensoorten. Het is een biopolymeer die is opgebouwd uit glucose-eenheden en heeft als bruto formule ($C_6H_{10}O_5$). De glucose-eenheden die in zetmeel voorkomen, zijn amylose en amylopectine. Deze eenheden verschillen per plantensoort. De gemiddelde verhoudingen van amylose en amylopectine zijn weergegeven in de tabel 8. Naast amylose en amylopectine bestaat een zetmeelbron uit vocht, eiwitten, vetten, vezels en restzetmeel (zie paragraaf 3.2.2 tot en met 3.2.5.)

Tabel 8: Het percentage amylose en amylopectine in de vier onderzochte zetmeelbronnen en hun onderlinge verhouding' (Fernando, Paulo, & Queiroz, 2011) (Ourfood , 2010) (Van de Graaf & Franke, 2003)

Bron	Amylose	Amylopectine	Verdeling van amylose/amylopectine
Mais	28	72	1/3
Rijst	20	80	¼
Erwten	61	39	2/3
Soja	20	80	¼

Een zetmeelkorrel zit stevig in elkaar. Zetmeel bestaat uit een ordening en kristallijne gebieden, gepaard met waterstofbruggen (H-bruggen) en vele hydroxylgroepen. Hierdoor lost zetmeel niet op in koud water. De korrel kan wel koud water opnemen tot 35% van het eigen gewicht. Hiermee blijft de structuur van het zetmeel hetzelfde en is het proces van zwellen omkeerbaar. Pas bij verwarming verbreken de waterstofbruggen, omdat de korrel veel water opneemt en aanzienlijk opzwellt. Dit proces heet verstijfseling. De duur van dit proces verschilt per zetmeelsoort en hangt af van de volgende elementen: kristalstructuur, fosfaatgroepen en vet. De temperatuur waarbij de viscositeit toeneemt, is de verstijfselingstemperatuur. Deze temperatuur hangt af van de concentratie en de ketenlengte van het molecuul (Van de Graaf & Franke, 2003)

Het verstijfselingsproces gaat als volgt: Tijdens het verwarmen neemt eerst de amylose in de zetmeelkorrel water op, waardoor de korrels zwellen en de suspensie stroperig wordt. Vervolgens neemt amylopectine water op. De korrel zwelt verder en verliest definitief zijn structuur en stevigheid. Rond dit punt is de viscositeit maximaal. Wanneer het zetmeel verder verwarmd wordt, gaan de zetmeelkorrels kapot. De moleculen lossen nu afzonderlijk op in water. Hierdoor kan het zetmeel verteerd worden (Van de Graaf & Franke, 2003).

De gemiddelde verstijfselingstemperatuur is opgenomen in tabel 9. Hoe langer het verstijfselingsproces duurt, hoe beter het zetmeel wordt opgenomen.

Tabel 9: Temperatuur voor verstijfseling van zetmeel.

Grondstof	Temperatuur (°C)
Mais	62-75
Rijst	61-78
Erwten	57-72
Soja	60-70

3.2.2 Mais

Mais is een graansoort die behoort tot de grassenfamilie. Het wordt in Nederland gebruikt in veevoeding, diervoeding en humane voeding. De voedingswaarde van 100 gram mais is als volgt: 11,3 gram water, 9,2 gram eiwit, 65,5 gram koolhydraten, 1,5 gram suiker en 3,8 gram vet (de voedingswaarde tabel, 2010). Er zijn verschillende onderzoeken gedaan naar de vertering van zetmeel. Zo hebben Fortes, Carciofi, Sakomura, Kawauchi, & Vasconcellos (2010) de verschillen in vertering en opname van voedingsstoffen onderzocht van mais en rijst. Uit dit onderzoek is gebleken dat maiszetmeel een lagere verteringswaarde heeft dan rijst. Dit is in overeenstemming met het onderzoek van Twomey et al. (2002), waarin de vervangingswaarde van mais en rijst is onderzocht. Uit dat onderzoek blijkt dat mais een iets lagere verteringswaarde heeft, maar dat het wel voor meer dan 90% verteerd wordt. Hiernaast kwam uit het onderzoek van Twomey et al. (2002) naar voren dat de fecale score beter was bij mais dan bij rijst. De fecale score is een meting die gebruikt maakt van de ontlasting van de hond om te zien hoe goed het darmstelsel van de hond functioneert.

3.2.3 Rijst

Rijst is een graansoort die ook behoort tot de grassenfamilie. Voor een groot deel van de wereldbevolking is rijst de belangrijkste voedingsbron. De voedingswaarde van 100 gram rijst is als volgt: 5,0 gram water, 7,0 gram eiwit, 78,6 gram koolhydraten, 0,2 gram suikers en 0,7 gram vet (de voedingswaarde tabel, 2010). Net als bij mais zijn er verschillende onderzoeken naar de vertering van rijst gedaan. Zo hebben Carciofi et al. (2008) een onderzoek gedaan naar de verteerbaarheid van rijst, erwten, cassavebloem, mais en stroghum. Elk van deze ingrediënten is getest op zes honden. De verteerbaarheid van het zetmeel was in alle diëten hoger dan 98%. Toch bleek dat de diëten die rijst en cassavebloem bevatten, de hoogste verteerbaarheid hebben. Tevens is uit het onderzoek van Carciofi et al. (2008) gebleken dat de fecale droge stof groter was bij honden die rijst-, sorghum- en maisdiëten hadden gekregen, dan bij diëten die uit erwten bestaan. Eerder kwam in het onderzoek van Spears, Grieshop, & Fahey (2003) naar voren dat honden een voorkeur hebben voor diëten die rijst bevatten. Dit laatste kwam ook na voren in het onderzoek van Carciofi et al. (2008).

3.2.3 Erwten

Erwten zijn planten die behoren tot de vlinderbloemfamilie. 100 gram erwten bestaat uit 80,4 gram water, 4,5 gram eiwit, 8,9 gram koolhydraten, 1,8 gram suikers en 0 gram vet (de voedingswaarde tabel, 2010). Uit het onderzoek van Carciofi et al. (2008) blijkt dat de voedingswaarde van erwten iets minder is dan die van mais en rijst. Verder was de conclusie bij dit onderzoek dat erwten minder goed te verteren zijn: 95% van het erwten zetmeel wordt verteerd. Dit is in overeenstemming met het onderzoek van (Adolphe, et al., 2014) Wel blijkt uit het onderzoek van Adolphe, et al. (2014) dat

3.2.4 Soja

De sojaboon is een peulvrucht van de sojaboom. De voedingswaarde van 100 gram sojabonen is als volgt: 9,5 gram water, 37,0 gram eiwit, 29,5 gram zetmeelbron en 18,0 gram

vet. Uit het onderzoek van Yamka, Jamikorn, True, & Harmon (2003) blijkt dat sojabonen een negatief effect hebben op het verteringsstelsel van honden. Dit negatieve effect houdt in dat de opname van voedingsstoffen minder efficiënt is. Zo worden eiwitten en koolhydraten minder goed opgenomen in vergelijking met mais, rijst en erwten. Dit negatieve effect treedt pas op wanneer de concentratie sojabonen hoger is dan 150 gram per kilogram voedsel. Uit het onderzoek van Felix et al. (2012) komt naar voren dat sojabonen een hoge verteringswaarde hebben, zolang er enzymen aan de droge stof worden toegevoegd. De enzymen zorgen ervoor dat de sojabonen de vertering van andere voedingsstoffen niet meer beïnvloeden. Wel heeft het effect op de ontlasting, die toeneemt en zachter wordt.

3.3 Gezondheid

3.3.1. Allergie en intolerantie

Deze paragraaf geeft inzicht in de begrippen allergie, voedselintolerantie en voedselallergie die in dit onderzoek worden gehanteerd.

Een allergie is een reactie van het immuunsysteem op lichaamsvreemde stoffen die niet schadelijk zijn. Het lichaam heeft twee vormen van immuniteit: natuurlijke immuniteit en verworven immuniteit. Bij beide vormen spelen de leukocyten (witte bloedcellen) een rol. Bij natuurlijke immuniteit reageert het afweersysteem direct op een lichaamsvreemde stof die het lichaam binnenkomt. Deze reactie komt voor bij twee groepen leukocyten, namelijk granulocyten en monocyten. Hierbij speelt herkenning van een bepaalde stof geen rol. Bij verworven immuniteit spelen de B- en T-cellen een rol. De B- en T-cellen zijn granulocyten die de andere leukocyten leren lichaamsvreemde stoffen te herkennen. Door het leren herkennen van lichaamsvreemde stoffen komt een reactie op deze stoffen langzaam en deze reactie is gericht tegen een specifieke stof. Hierbij speelt herkenning van een bepaalde stof. (Monchey, 2010).

Een intolerantie treedt vaak op wanneer een bepaalde factor ontbreekt die nodig is voor de vertering van een voedingsmiddel. Mensen met een lactose-intolerantie missen bijvoorbeeld het enzym lactase, dat nodig is om lactose af te breken. Dit is geen allergische reactie, want er treedt geen herkenning van het immuunsysteem op. De reactie die bij een intolerantie wordt veroorzaakt, is het resultaat van arachidonzuurmetabolisme. Arachidonzuur is een vetzuur waardoor ontstekingsfactoren, die ook betrokken kunnen zijn bij een allergische reactie, kunnen worden gevormd (Monchey, 2010).

Van een voedselallergie is sprake wanneer het lichaam een specifieke reactie heeft tegen lichaamsvreemde eiwitten. Het immuunsysteem reageert op deze lichaamsvreemde eiwitten door Immunoglobuline-E-stoffen (IgE) te maken. De IgE stoffen maken mestcellen aan die zorgen voor de allergische reactie (Crane, et al., 2010).

Voedselallergie bij honden.

Uit het bovenstaande is duidelijk dat honden allergisch zijn voor de eiwitbron niet voor de zetmeelbron. Veel zetmeelbronnen dienen in hondenvoer tevens als eiwitbron. Uit diverse

onderzoeken, zoals van Zimmer, Bexley, Halliwell, & Mueller (2011), Hilliera & Griffin (2001), Jackson, Jackson, Coblentz, & Hammerberg (2003), blijkt dat rijst en erwten de minste of zelfs geen allergiereacties veroorzaken. Mais daarentegen scoort iets hoger als allergeen voor het veroorzaken van een voedselallergie (Jackson, Jackson, Coblentz, & Hammerberg, 2003).

3.3.2. Diabetes mellitus

Diabetes mellitus wordt bij vijftig procent van alle oudere honden gediagnosticeerd (Rand, Fleeman, Farrow, Appleton, & Lederer, 2004). Het is een ziekte waarbij het glucosegehalte in het bloed te hoog is. Glucose is de belangrijkste energiebron van het lichaam. Het wordt gehaald uit voeding met koolhydraten. Het bloed transporteert de glucose naar de cellen. Door middel van insuline wordt de glucose door de cellen opgenomen. Bij diabetes is de verhouding tussen glucose en insuline verstoord. Er zijn twee soorten diabetes: type 1 en type 2. Bij type 1 maakt het lichaam geen insuline meer aan of wordt de insuline door het lichaam afgebroken. Bij type 2 schiet de aanmaak van insuline tekort (Jansen & Avendonk van, 2009). Bij honden komen beide types voor. Volgens het onderzoek van Rand, Fleeman, Farrow, Appleton, & Lederer (2004) blijkt vijftig procent van de honden met diabetes te lijden aan type 1. De andere helft lijdt aan type 2. Dit werd vastgesteld op basis van de toenmalige gegevens omtrent de vernietigen van de B-cellen van de pancreas. Bij dit onderzoek werd verondersteld dat hondenvoeding met veel vet zorgt voor een verhoogde kans op pancreatitis bij honden met diabetes. Hierdoor was de conclusie van het onderzoek dat obesitas bij honden een verhoogd risico op diabetes met zich meebrengt.

Er zijn geen wetenschappelijke onderzoeken die aantonen dat een bepaalde zetmeelbron te maken heeft met het krijgen van diabetes. Wel is aangetoond door Carciofi, et al. (2008) dat erwten een positief effect hebben op het voorkomen van diabetes bij honden met pre-diabetes (wat inhoudt dat ze wel een hoge suikerwaarde hebben, maar nog geen last van diabetes). Volgens dit onderzoek hebben erwten het positieve effect dat ze zorgen voor een gelijkmatige bloedsuikerspiegel. Dit kan komen doordat de glycemische index van erwten 30 is. De glycemische index is een index die de snelheid meet waarmee de bloedsuiker stijgt na het eten van een bepaalde koolhydraatbron, zoals zetmeel. Hoe hoger het indexcijfer, hoe sneller deze de bloedsuiker laat stijgen. Hoe lager het indexcijfer, hoe gelijkmatiger de koolhydraatbron de bloedsuiker aanpast. Bij de glycemische is 100 het maximum en 0 het minimum. In tabel 9 staan de glycemische waarden voor de zetmeelbronsoorten in dit onderzoek (Harvard medical school, 2006). Ditzelfde effect dat erwten ervoor zorgen dat de bloedsuiker stabiel blijft komt ook na voren in het onderzoek (Adolphe, et al., 2014)

Tabel 10: De glycemische waarden voor de onderzochte zetmeelbronnen. (Harvard medical school, 2006)

Zetmeelbron	Glycemische waarde
Mais	80
Rijst	70
Erwten	30
Sojabonen	20

3.3.3. Obesitas

Obesitas is een stofwisselingsziekte die ontstaat doordat er geen balans is tussen energie-inname en energieverbruik (Maury & Brichard, 2010). Obesitas kan leiden tot de volgende aandoeningen: artrose, luchtwegaandoeningen, een verminderd uithoudingsvermogen, cardiale en vasculaire disfunctie en een verlaagde levensverwachting (Maury & Brichard, 2010).

Verschillende onderzoeken uit Groot-Brittannië en de Verenigde Staten tonen aan dat het aantal honden met obesitas tussen de 24 en 30% ligt. Lund et al. (2006.) Bovendien tonen diezelfde onderzoeken aan dat overvoeding de voornaamste oorzaak is. Er zijn tot nu toe geen onderzoeken uitgevoerd die aantonen dat een bepaalde zetmeelbron leidt tot obesitas. Wat wel is aangetoond door Adolphe et al. (2014), is dat erwten als zetmeelbron een positievere werking hebben op het metabolisme van de hond dan de andere zetmeelbronnen. Verder hebben Vitger et al. (2016) aangetoond dat de hoeveelheid beweging van de hond een belangrijke factor is om obesitas te voorkomen. Dit is in overeenstemming met het onderzoek van Diez et al. (2002). Uit het laatstgenoemde onderzoek komt ook naar voren dat het belangrijk is dat een hond meer eiwitten inneemt wanneer hij obesitas heeft, omdat de vetmassa dan afneemt.

4. Discussie

4.1. Productieproces

Uit dit onderzoek is naar voren gekomen dat de hond geëxtrudeerde, geperste en geëxpandeerde brokken kan verteren. Het eindresultaat bij alle methodes is dat elk type zetmeel verteerd kunnen worden door de hond. Dat gaat dan om zowel het zetmeel afkomstig van graan als het zetmeel afkomstig van een niet-graan.

Wat opvalt is dat bij extrusie en geëxpandeerde brokken de temperatuur hoger ligt dan de verstijfselingstemperatuur van zetmeel. Persen zit er qua temperatuur tussen in (zie tabellen 7 en 9). Toch worden met persen de zetmeelbronnen niet opengebroken. Dit kan komen doordat het persproces te kort is om zetmeel open te breken. Verder blijkt uit het onderzoek van Øverlanda, Romarheima, Ahlstrøm, Storebakken, & Skrede (2007) dat hoge temperaturen geen verschil maken voor zetmeelverstijfseling. Wel is het mogelijk dat de kwaliteit van het zetmeel achteruitgaat door de herhaaldelijke blootstelling aan een hoge temperatuur. Hier zou onderzoek naar gedaan kunnen worden. Dit onderzoek heeft zich enkel gericht op de verschillen tussen zetmeel en de bewerking ervan. Dit om zo een duidelijk beeld te krijgen of er verschillen zijn in opname van zetmeel tussen de productie processen. Deze zijn niet gevonden.

4.2. Zetmeelbronnen

Elk type zetmeel wordt door de hond verteerd. Dit blijkt uit het onderzoek van (Bednar, et al., 2001) en het onderzoek van (Carciofi, et al., 2008) en uit het onderzoek van (Fortes, Carciofi, Sakomura, Kawauchi, & Vasconcellos, 2010). Uit al deze onderzoeken blijkt dat de verschillende zetmeelbronnen boven de 90% verteerd worden. Wel heeft elke type zetmeelbron een ander effect op de vertering. Zo wordt rijst sneller opgenomen, gevolgd door mais, daarna erwten en als laatste soja. Hiernaast blijkt dat wanneer een hond te veel sojabonen binnenkrijgt, dit ervoor zorgt dat voedingsstoffen niet goed opgenomen worden. Deze verschillen zijn het gevolg van de verschillende structuren die het zetmeel bevat. Door deze verschillen in structuur zijn rijst en mais beter opneembaar door de darmen (Bednar, et al., 2001). Naast verschillen in structuur is kan ook zijn dat het is dat het productieproces een andere invloed heeft op elke zetmeelbron. Om dit te bewijzen zou er een onderzoek gedaan moeten worden naar de invloed van het productieproces op de verschillende structuren van zetmeelbronnen. In dit literatuuronderzoek is alleen gevonden dat negatief effect gemeten is wanneer de hond te veel sojasetmeel binnenkrijgt. Bij soja boven gram per kilogram worden eiwitten minder goed verteerd.

4.3. Gezondheid

Zoals uit de resultaten is gebleken, heeft de zetmeelbron geen effect op het krijgen van een allergie. Het is wel belangrijk om te weten of de zetmeelbron ook als eiwitbron gebruikt wordt, omdat een hond hiervoor wel een allergie of intolerantie kan gaan ontwikkelen. Uit de resultaten is naar voren gekomen dat sommige plantaardige zetmeelbronnen vaker voor een intolerantie zorgen dan andere. Zo komt een maisintolerantie vaker voor dan een intolerantie voor rijst, erwten of soja.

Er zijn geen onderzoeken gevonden die een zetmeelbron als de oorzaak zien van diabetes.

Dit komt door het feit dat diabetes niet veroorzaakt wordt door de zetmeelbron, maar door erfelijke en omgevingsfactoren. Wel is het zo dat de zetmeelbron het de symptomen bij type 2-diabetes kan verminderen, wanneer pre-diabetes wordt ontdekt en de voeding direct wordt aangepast (Carciofi, et al., 2008). Zo kunnen erwten ervoor zorgen dat het metabolisch systeem van de hond beter wordt. Door een hond erwten te geven zou een hond met pre diabetes een gelijkmatige bloedsuiker spiegel moeten krijgen. Dit komt door de glycemische index. De glycemische index verschilt per soort zetmeel. Om deze reden is het raadzaam om honden die diabetes hebben geen mais of rijst te geven, maar in plaats daarvan erwten of soja. De reden hiervoor is dat de glycemische waarden van soja en erwten lager zijn dan die van mais en rijst, waardoor de glucosespiegel gelijk blijft. Dit kan te maken hebben met het feit dat de amylose- en amylopectinesamenstelling van erwten anders is dan die van rijst, mais, en soja (Maury & Brichard, 2010). Dezelfde uitkomsten zijn te zien voor obesitas. Ook hier is de zetmeelbron geen oorzaak voor het krijgen van obesitas. Wat wel belangrijk is te weten, is dat sommige koolhydraten snel worden opgenomen in het bloed. Wanneer de hond deze koolhydraten niet gebruikt, worden zij omgezet in vet. Wat bij obesitas belangrijker is dan voeding met een bepaalde zetmeelbron, is om de hond voldoende beweging te geven (Gosselling, Wren, & Sunderland, 2007).

4.4. Evaluatie van het onderzoek

De hypothese van dit onderzoek is dat de zetmeelbron verschillende effecten heeft op de vertering, maar geen effect heeft op de gezondheid van de hond. Uit de resultaten is gebleken dat de zetmeelbron geen effect heeft op het krijgen van diabetes of obesitas. Bij het krijgen van een ziekte spelen erfelijke factoren en omgevingsfactoren mee. Het is dus niet mogelijk die ziekten alleen aan een zetmeelbron toe te schrijven.

4.5. Validiteit

Hoewel er veel relevante literatuur gevonden is over het effect van zetmeelbronnen op de vertering, blijkt dit effect zelf niet heel groot te zijn. Dit kan komen doordat het zoekschema niet voldoende is geweest. Punt alleen is dat wanneer dat het geval zou zijn geweest er echter geen helemaal geen relevante literatuur gevonden zijn. Juist omdat er wel relevante literatuur gevonden is, kan vastgesteld worden dat het zoekschema voldoende is. Tijdens dit onderzoek bemerkte de auteur dat er veel meer onderzoek is gedaan naar de zetmeelbronnen mais en rijst dan naar erwten en soja. Met name over erwten is er weinig onderzocht. Voor soja zijn er voldoende onderzoeken te vinden, maar deze hebben betrekking op kippen en varkens. Het verteringsstelsel van een varken lijkt enigszins op dat van de hond, maar het gaat te ver om op basis van die onderzoeken een uitspraak te doen over het effect dat soja op honden heeft. Het is mogelijk dat fabrikanten van diervoeding een eigen onderzoek hebben gedaan maar het niet gepubliceerd hebben. Een vervolgonderzoek in samenwerking met enkele fabrikanten zou dit kunnen nagaan.

4.6. Betrouwbaarheid

Voor dit literatuuronderzoek zijn alleen wetenschappelijke onderzoeken gebruikt. Wel

waren veel van deze onderzoeken ouder dan tien jaar. Hierdoor is de informatie in feite verouderd. Helaas zijn de meeste onderzoeken naar verstijfseling en de productie van hondenvoeding gedaan tussen 1980 en 2000. Om de betrouwbaarheid van dit onderzoek te waarborgen is echter gekozen om onderzoeken van na 2000 te gebruiken.

5. Conclusie en aanbevelingen

De hoofdvraag van deze scriptie luidt: *welk effect heeft het type zetmeelbron op de verteerbaarheid van het hondenvoer en de gezondheid van de hond?*

De deelvragen hierbij waren:

1. Wat is het verschil in verteerbaarheid van de zetmeelbronnen tussen geëxtrudeerd, geperst en geëxpandeerd hondenvoer?
2. Wat voor effect heeft het type zetmeelbron op het verteringsstelsel van de hond?
3. Wat is het effect van het type zetmeelbron op het ontstaan van een voedingsintolerantie of allergie bij de hond?
4. Welke effect heeft het type zetmeelbron op het ontstaan van diabetes en obesitas?

Productieproces.

Uit de resultaten is naar voren gekomen dat het productieproces belangrijk is voor de vertering van de zetmeelbronnen. Zo zorgt extrusie ervoor dat het zetmeel ontsloten wordt zonder voorbewerking, terwijl bij persen en expansie het zetmeel moet worden voorbewerkt. Er is geen verschil in verteerbaarheid van deze productieprocessen gevonden.

Zetmeelbron.

Daarnaast kwam naar voren dat de keuze van de zetmeelbron weinig verschil maakt voor de verteerbaarheid van hondenvoer. Tevens is gebleken dat de opnamesnelheid van de koolhydraten verschilt per zetmeelsoort. Dit heeft te maken met de moleculaire structuur van de zetmeelbron. Het is aangetoond dat de zetmeelbron sojabonen de vertering van andere voedingsstoffen negatief kan beïnvloeden, wanneer de hond meer dan 150 gram soja per kilogram voeding krijgt.

Gezondheid

Uit de resultaten is gebleken dat honden geen allergie krijgen van een zetmeelbron. Wel kan het eiwit component ervoor zorgen dat een hond allergie krijgt. Dit is alleen wel een kleine kans. Een zetmeelbron heeft geen effect op de gezondheid van de hond wanneer het gaat om het krijgen van obesitas of suikerziekte. De reden hiervoor is dat bij veel ziektes naast de zetmeelbron andere factoren meespelen. Wel is uit dit onderzoek gebleken dat de zetmeelbron een positief effect kan hebben op het ziekteverloop. In het geval van diabetes blijkt dat erwten zorgen voor een stabielere glucosespiegel in het bloed.

Op basis van het onderzoek kan worden gezegd dat het ene type zetmeelbron sneller wordt opgenomen dan het andere, door de invloed van het productieproces. Rijst word het snelste opgenomen gevolgd door rijst, soja en erwten. Wel moet soja voorzichtig worden gegeven omdat meer dan gram per killogram hondenvoer er voor zorgt dat eiwitten minder goed verteerd worden.

Het effect op gezondheid is dat een zetmeel bron geen obesitas of diabetes kan veroorzaken. Wel zou een zetmeelbron symptomen kunnen verminderen. In hoeverre dit kan moet bij weten van de auteur een onderzoek na worden gestart.

6. Literatuurlijst

(sd).

- Adolphe, J., Drew, M., Silver, T., Foughse, J., Childs, H., & Weber, L. (2014). Effect of an extruded pea or rice diet on postprandial insulin and cardiovascular responses in dogs. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*(99), 767-776.
- Avizienis, A. (2010, januari 1). *petfood*. Opgeroepen op december 25, 2016, van madehow: <http://www.madehow.com/Volume-2/Pet-Food.html>
- Axelsson, E., Ratnakumar, A., Arendt, M.-L., Maqbool, K., Webster, M., Perloski, M., . . . Lindblad-Toh, K. (2013). The genomic signature of dog domestication reveals adaptation to a starch-rich diet. *Nature international weekly journal of science* (495), 360-364.
- Beaton, L. (2013, Oktober 10). *Human food trends and the petfood industry*. Opgehaald van petfoodindustry.com: <http://www.petfoodindustry.com/articles/3921-human-food-trends-and-the-petfood-industry>
- Beaton, L. (2014, februari 10). *Grain-free petfood: A top trend in the US pet market*. Opgehaald van petfoodindustry.com: <http://www.petfoodindustry.com/articles/4121-grain-free-petfood-a-top-trend-in-the-us-pet-market>
- Berk, Z. (2013). Food Process Engineering and Technology (Second Edition). *Food Science and Technology*, 373–393.
- Carciofi, A. C., Palagiano, C., Sá, F., Martins, M., Gonçalves, K., Bazolli, R., . . . Vasconcellos, R. (2012). Amylase utilization for the extrusion of dog diets. *Animal Feed Science and Technology*, 211– 217 .
- Carciofi, A., Takakura, F., de-Oliveira, L., Teshima, E., Jeremias, J., Brunetto, M., & Prada, F. (2008). Effects of six carbohydrate sources on dog diet digestibility and post-prandial glucose and insulin response. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition* (92), 323-336.
- Centraal bureau van Statistiek. (2015, Oktober 2). *Kwart minder huisdiervoer geproduceerd*. Opgeroepen op April 26, 2016, van cbs.nl: <https://www.cbs.nl/nl-nl/nieuws/2015/40/kwart-minder-huisdiervoer-geproduceerd>

- Crane, S., Cowelle, C., Stout, N., Moser, E., Millican, J., Romano, P., & Crance, S. (2010). Chapter 8 Commercial pet foods . In M. Hand, C. Thatcher, R. Remillard, P. Roudebush, & B. Novotny, *Small animal clinical nutrition* (pp. 157-191). Kansas: Mark Morris Institute.
- de voedingswaarde tabel. (2010, januari 1). Opgehaald van voedingswaardetabel.nl: <https://www.voedingswaardetabel.nl/>
- Diez, M., Nguyen, P., Jeusette, I., Devois, C., Istasse, L., & Biourge, V. (2002). Weight Loss in Obese Dogs: Evaluation of a High-Protein, Low-Carbohydrate Diet. *JN journal of nutrition*, 1685S-1687S .
- Dziezak, J. (1989). SINGLE-SCREW AND TWIN-SCREW EXTRUDERS IN FOOD-PROCESSING. *Food Technology* (44), 164-174.
- Fediaf: the european pet food industry. (2015, Januari 1). *Facts & Figures*. Opgeroepen op april 26, 2016, van fediaf.org: <http://www.fediaf.org/facts-figures/>
- Felix, A., carvalho, M., Alarca, L., Brito, C., Oliveira, S., & maiorka, A. (2012). Effects of the inclusion of carbohydrases and different soybean meals in the diet on palatability, digestibility and faecal characteristics in dogs. *Animal Feed Science and Technology* (174), 182-189.
- Fernando, L., Paulo, S., & Queiroz, L. (2011). Composition and characterization of pea and chickpea starches. *Brazilian journal of food technology*(14), 74-81.
- Fortes, C., Carciofi, A., Sakomura, N., Kawauchi, I., & Vasconcellos, R. (2010). Digestibility and metabolizable energy of some carbohydrate sources for dogs. *Animal Feed Science and Technology*(156), 121-125.
- Gfk. (2015, November 19). *Grain-Free Category Accounts for 34% of US Pet Food Sales; 25% Growth Since 2014*. Opgehaald van gfk.com: <http://www.gfk.com/en-us/insights/press-release/grain-free-category-accounts-for-34-of-us-pet-food-sales-25-growth-since-2014/>
- Gosselling, J., Wren, J., & Sunderland, S. (2007). Canine obesity – an overview. *Journal of veterinary pharmacology and therapeutics* 30, 1-10.
- Harvard medical school. (2006, april 30). *Glycemic index and glycemic load for 100+ foods*. Opgeroepen op februari 20, 2017, van health.harvard: <http://www.health.harvard.edu/diseases-and-conditions/glycemic-index-and-glycemic-load-for-100-foods>
- HAS Hogeschool, H. K. (2015, augustus 30). *Feiten & Cijfers gezelschapsdierensector 2015*. Opgeroepen op April 26, 2016, van fdn.nl: <http://fdn.nl/wp-content/uploads/A-10-Feiten-en-cijfers-gezelschapsdierensector-2015.pdf>
- Jackson, H., Jackson, M., Coblenz, I., & Hammerberg, B. (2003). Evaluation of the clinical and allergen specific serum immunoglobulin E responses to oral challenge with

- cornstarch, corn, soy and a soy hydrolysate diet in dogs with spontaneous food allergy. *Veterinary Dermatology* (14), 181-187.
- Jansen, P., & Avendonk van, A. (2009). Wat is diabetes . In P. Jansen, & A. Avendonk van, *Leven met diabetes mellitus type 2* (pp. 17-22). Houten: Bohn Stafleu van Loghum.
- Kawauchi, I., Sakomura, N., Vasconcellos, R., de-Oliveira, L., Gomes, M., Loureiro, B., & Carciofi, A. (2011). Digestibility and metabolizable energy of maize gluten feed for dogs as measured by two different techniquesDigestibility and metabolizable energy of maize gluten feed for dogs as measured by two different techniques. *Animal Feed Science and Technology* 169, 96-103.
- Lankhorst, C., Tran, Q., Havenaar, R., Hendriks, W., & van der Poel, A. (2007). The effect of extrusion on the nutritional value of canine diets as assessed by in vitro indicators. *Animal Feed and Techology* 138, 285–297.
- Maury, S., & Brichard, S. (2010). Adipokine dysregulation, adipose tissue inflammation and metabolic syndrome. *Molecular and Cellular Endocrinology*, 314 , 1-16.
- Monchey, J. (2010). Wat is allergie . In J. Derksen, R. Gert van Wijk, & O. Smithuis, *Het allergieboek: wegwijzer in leven met allergieen*. (pp. 11-23). Houten: Bohn Staufleu van Lochem.
- Murray, S. M., Flickinger, E. A., Patil, A. R., Merchen, N. R., Brent, J. L., & Fahey, G. C. (2001). In vitro fermentation characteristics of native and processed cereal grains and potato starch using ileal chyme from dogs. *Journal of Animal Science* , 79, 435-444.
- Obenauf, R., Ernyei, L., Thomas, R., Atkins, P., & Driscoll, W. (2011). Analysis of Toxic Trace Metals in Pet Foods Using Cryogenic Grinding and Quantitation by ICP-MS, Part I. *Spectroscopy* , 23, 46-56.
- Ourfood . (2010, Januari 1). *Rijstzetmeel*. Opgeroepen op December 17, 2016, van ourfood: <http://ourfood.nl/ingr/bind/rijstzetmeel.html>
- Øverlanda, M., Romarheima, O. H., Ahlstrømb, Ø., Storebakkena, T., & Skredea, A. (2007). Technical quality of dog food and salmon feed containing different bacterial protein sources and processed by different extrusion conditions. *Animal Feed Science and Technology*, 124–139.
- pet food news. (2015, april 8). *Pet nutritionist discusses grain-free pet food debate*. Opgehaald van petfoodindustry.com: <http://www.petfoodindustry.com/articles/5064-pet-nutritionist-discusses-grain-free-pet-food-debate>
- Phillips-Donaldson, D. (2014, Januari 8). *2014 human food trends for petfood to watch*. Opgehaald van petfoodindustry.com: <http://www.petfoodindustry.com/articles/4057-2014-human-food-trends-for-petfood-to-watch?v=preview>
- Phillips-Donaldson, D. (2016, Januari 26). *Global pet food trends: sales and volume rose 4% in 2015*. Opgeroepen op April 26 , 2016, van petfoodindustry.com:

- <http://www.petfoodindustry.com/blogs/7-adventures-in-pet-food/post/5609-global-pet-food-trends-sales-and-volume-rose-4-in-2015>
- Rand, J., Fleeman, L., Farrow, H., Appleton, D., & Lederer, R. (2004). Canine and Feline Diabetes Mellitus: nature or Nurture? . *The journal of nutrition* 134, 2072S-2080S .
- Spears, J., Grieshop, C., & Fahey, C. (2003). Evaluation of stabilized rice bran as an ingredient in dry extruded dog diets. *Journal of Animal Science* (82), 1122-1135.
- The European Pet Food Industry Federation. (2016). *Nutritional Guidelines:For Complete and Complementary Pet Food*. BRUXELLES: FEDIAF.
- Twomey, L., Pluske, J., Rowe, J., Choct, M., Brown, W., & Pethick, D. (2003). The replacement value of sorghum and maize with or without supplemental enzymes for rice in extruded dog foods. *Animal Feed Science and Technology* (108), 61-69.
- Van de Graaf, A., & Franke, B. (2003, september 30). *Zetmeel en zetmeelderivaten*. Opgeroepen op Januari 30, 2017, van chemischefeitelijkheden: www.chemischefeitelijkheden.nl/Uploads/Magazines/CF-197-zetmeel.pdf
- Vitger, A., Stallknecht, B., Miles, J., Hansen, S., Vegge, A., & Bjørnvad, C. (2016). Immunometabolic parameters in overweight dogs during weight loss with or without an exercise program. *Domestic Animal Endocrinology*, 58-66.
- voedingscentrum. (2011, november 19). *Meer consumenten willen gezonder eten*. Opgehaald van voedingscentrum.nl: <http://www.voedingscentrum.nl/nl/pers/persberichten/meer-consumenten-willen-gezonder-eten2.aspx>
- voerwijzer . (2016, september 28). *Hondenbrokken vergelijken* . Opgehaald van voerwijzer.nl: [http://www.voerwijzer.com/hondenbrokkenvergelijken?field_zetmeelbron_value\[0\]=0&field_zetmeelbron_value\[1\]=1&field_zetmeelbron_value\[2\]=2&field_zetmeelbron_value\[3\]=3&field_zetmeelbron_value\[4\]=4&field_zetmeelbron_value\[5\]=5&&&&&keys=](http://www.voerwijzer.com/hondenbrokkenvergelijken?field_zetmeelbron_value[0]=0&field_zetmeelbron_value[1]=1&field_zetmeelbron_value[2]=2&field_zetmeelbron_value[3]=3&field_zetmeelbron_value[4]=4&field_zetmeelbron_value[5]=5&&&&&keys=)
- Zimmer, A., Bexley, J., Halliwell, R., & Mueller, R. (2011). Food allergen-specific serum IgG and IgE before and after elimination. *Veterinary Immunology and Immunopathology* (144), 442-447.