



Wetenschappelijk dossier

# Geëxtrudeerde duivenvoerders: nieuwe inzichten en tendensen

Dierenarts dr Guy Werquin

## DEEL 2:

## EXTRUSIEPELLETS EN DARMGEZONDHEID

### INLEIDING

In een eerste artikel werd aangetoond hoe geëxtrudeerde voeding verrijkt met biologische antioxidanten de oxidatieve stress tijdens spierinspanningen kan verminderen met betere prestaties en een snellere recuperatie tot gevolg.

De nieuwe generatie geëxtrudeerde duivenvoerders met nutraceuticals hebben echter ook buiten het wedstrijdseizoen tal van gunstige effecten op de gezondheid en weerstand van de duif.

In dit artikel wordt besproken hoe geëxtrudeerde duivenvoeding de darmgezondheid kan bevorderen. De hittebehandeling tijdens het extrusieproces verbetert immers de verteerbaarheid van het voeder en helpt darminfecties voorkomen.

De pellets laten ook toe om bio-actieve componenten aan het rantsoen toe te voegen die de darmgezondheid ondersteunen zoals prebiotica, organische sporenelementen, kleimineralen en organische zuren.

**Het maagdarmkanaal is het grootste immuunorgaan en de belangrijkste barrière met de buitenwereld**

Het maagdarmkanaal is het grootste immuunorgaan van het lichaam en vormt een belangrijke barrière met de "buitenwereld". Het verteringsapparaat heeft dus niet alleen tot taak om voedingsstoffen op te nemen maar moet ook ziekteverwekkers uit het lichaam houden.

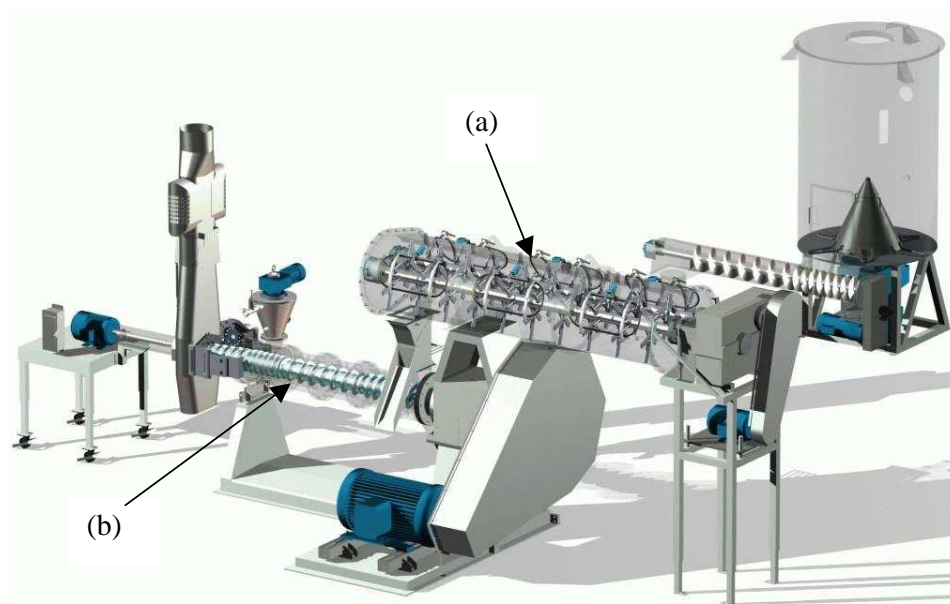
De voeding heeft een belangrijke invloed op deze darmimmunitet: het is de missie van vooruitstrevende duivenvoederfabrikanten om alle momenteel beschikbare kennis hieromtrent te vertalen in een nieuwe generatie duivenvoerders die de darmweerstand maximaal ondersteunen.

### HET EXTRUSIEPROCÉDE IN HET KORT

Het extrusieprocédé is een modern fabricatieproces waarbij de voedingscomponenten kortstondig onderworpen worden aan een combinatie van warmte, druk en vocht.

De verschillende ingrediënten komen na het malen en mengen eerst in *de preconditioner* terecht. In de preconditioner wordt het mengsel na toevoeging van water en stoom tot een pasta gekneed. De temperatuur in de preconditioner bedraagt 60 tot 80 °Celsius. De verblijftijd in de extruder bedraagt een 4-tal minuten.

Nadien vindt de eigenlijke extrusie plaats in de extruder. Hier ondergaat het deeg verschillende opeenvolgende bewerkingen. Het basisonderdeel van de extruder is de schroef, die het deeg voortbeweegt. Aanvankelijk wordt het deeg getransporteerd, gemengd en gekneed. Naarmate het deeg in het schroefhuis verder schuift, ondergaat het hogere drukken en temperaturen. De hoge druk ontstaat door het feit dat de gleuf in de schroef op het einde steeds kleiner wordt. Tijdens het extruderen worden kortstondig temperaturen boven de 100°C bereikt en loopt de druk op tot meerdere keren de atmosferische druk. Op het einde van de schroef bevindt zich de matrijs. De matrijs is een stalen plaat met meerdere openingen waardoor de hete voeder massa geperst wordt. Kort na de matrijs snijdt een roterend mes de productstrengen op maat. Bij het verlaten van de extruder hebben de korrels een vochtgehalte van ongeveer 20 ° Celsius. Voor een optimale bewaring worden de pellets eerst gedroogd en afgekoeld tot de omgevingstemperatuur voor ze verpakt worden.



*Afbeelding: Het extrusieproces omvat 2 fasen: de preconditionering (a) en de eigenlijke extrusie (b).*

## EXTRUSIE EN VERTEERBAARHEID

### Eliminatie van fytoxisen en antinutritieele factoren (ANF)

In heel wat granen en zaden komen van nature uit fytoxisen of “antinutritieele factoren” voor. Dit zijn toxische stoffen die door de plant geproduceerd worden als afweermiddel tegen plantenziekten. Deze antinutritieele factoren verminderen de benutbaarheid van de voedingsstoffen in het darmstelsel.

Sommige ANF kunnen bij inname in hoge concentraties ook acute toxiciteit veroorzaken, maar de zorg betreft vooral de effecten van langdurige consumptie van kleine hoeveelheden ANF.

Tot de ANF behoren onder meer enzyminhibitoren (protease- en lipaseinhibitoren), oligosacchariden, lectinen en tanninen, en mineralenbindende agentia, zoals fytate.

**De meeste van deze antinutritieele factoren worden geïnactiveerd door een hittebehandeling. Wetenschappelijk onderzoek toonde aan dat extrusie de beste methode is om deze antinutritieele factoren te vernietigen (Van der Poel, 1989, R. Alonso, 2000). Hierdoor verbetert extrusie de benutting van zetmeel, vet en eiwitten door vogels (Spais, 1997).**

## ANTI-NUTRITIONELE FACTOREN IN DUIVENVOEDERS

**Enzyminhibitoren** zijn eiwitachtige stoffen die de activiteit van enzymen kunnen remmen. Ze komen voor in peulvruchten, vooral soja en bonen; in granen, vooral rogge en triticale (kruising tussen rogge en tarwe), en in sommige zaden als zonnepit en katoenzaad. Bekende voorbeelden zijn remmers van trypsine en amylase. Zo veroorzaken trypsine-inhibitoren een verminderde verteerbaarheid van de eiwitten.

**Lectinen of haemagglutinenen** zijn eiwitten die in peulvruchten voorkomen, vooral in soja, bonen en erwten. Ze kunnen rode bloedcellen doen samenklonteren en door een binding aan de darmwand de opname van voedingsstoffen remmen. Dit laatste effect leidt tot groeivertraging. Veel lectinen zijn niet bestand tegen hitte: extrusie voorkomt de nadelige effecten van lectines.

**Fytaat** is een cyclische verbinding die vaak in planten voorkomt. Het vormt met calcium, magnesium, zink, koper en ijzer onoplosbare complexen. Daardoor kan de beschikbaarheid aan mineralen verminderen. Het extruderen zorgt voor een gedeeltelijke inactivering van fytaat.

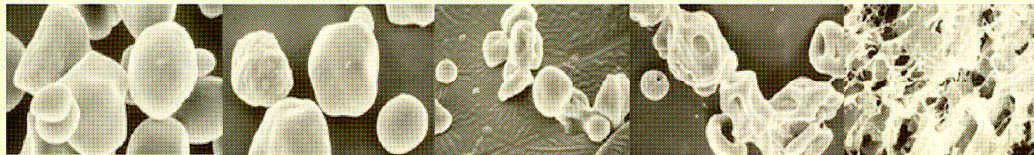
## Zetmeelontsluitingsgraad

Ongekookt zetmeel zit in een korrelstructuur opgesloten waardoor het moeilijk bereikbaar is voor vertering. Het zetmeel kan alleen worden benut als de verteringsenzymen bij het zetmeel kunnen komen en het vervolgens kunnen afbreken tot glucose.

Een hittebehandeling verbetert bij de meeste diersoorten de verteerbaarheid van het zetmeel. Bij een hittebehandeling worden de zetmeelkorrels immers beschadigd waardoor de zetmeelcomponenten beter bereikbaar worden voor de verteringsenzymen.

## Vermis van de korrelstructuur van zetmeel tijdens het extrusieproces

(microscopisch beeld 2000X)

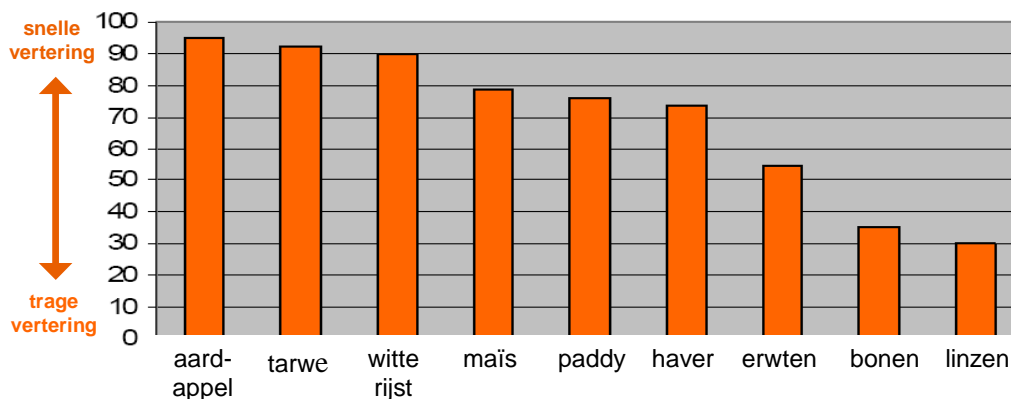


ongekookt zetmeel → ontsloten zetmeel

Het verlies van de korrelstructuur van het zetmeel wordt veroorzaakt door de water- en warmtetoevoeging. In eerste instantie zal het water de zetmeelkorrels binnendringen en deze doen zwellen. Door toevoeging van nog meer water en het opvoeren van de temperatuur zullen de zetmeelkorrels verder opzwellen, waardoor de korrelstructuur volledig verloren gaat en de zetmeelcomponenten ontrafeld worden. Hierdoor wordt het zetmeel beter beschikbaar voor de verteringsenzymen. Dezelfde veranderingen treden eigenlijk op bij het bakken van brood of het koken van aardappelen: ook de mens verteert immers beter ontsloten zetmeel.

Terwijl bij zoogdieren een maximale zetmeelontsluiting nagestreefd wordt, hebben recente studies aangetoond dat bij vogels best gestreefd wordt naar een beperkter zetmeelontsluiting. Bij vogels is het immers belangrijk dat de verstrekte zetmelen langzaam verteren zodat hun vertering niet volledig in het eerste deel van de dunne darm plaatsvindt, maar verspreid over heel de dunne darm gebeurt (Weurding et al, 2003). Door het afstemmen van de partikelgrootte (maalfijnheid), het soort zetmeel (elke plant bevat een ander soort zetmeel) en de extrusieparameters, kan de verteringsnelheid van het zetmeel geoptimaliseerd worden. Voeders met langzaamverterende zetmelen verbeteren bij vogels de benutting van eiwitten en andere voedingsstoffen. Recente studies bij duiven (Abd El-Khalek et al, 2009) toonden aan dat een beperkte zetmeelontsluiting ook gepaard gaat met een lagere, gezondheidsondersteunende zuurtegraad in de darm en een betere consistentie van de uitwerpselen.

### De glycemische index (G.I.) van de verschillende zetmeelbronnen



Grafiek: naast de hittebehandeling en maalfijnheid bepaalt ook de oorsprong van het zetmeel de verteringssnelheid. Het duivenrantsoen moet voldoende langzaamverterende zetmelen bevatten (= zetmelen met lage glycemische index, rechts in de grafiek).

## EXTRUSIE EN HYGIËNISCHE VOEDERKwalITEIT

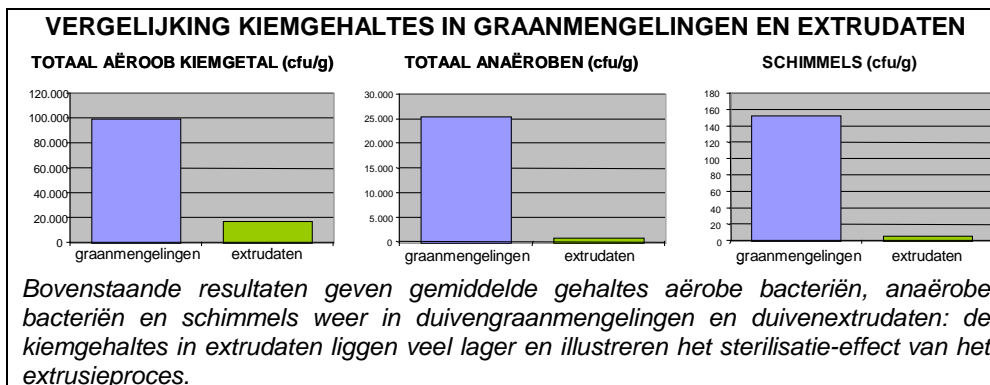
De hoge temperatuur en druk waaraan het voeder kortstondig wordt blootgesteld tijdens het extrusieproces, verbetert niet alleen de verteerbaarheid maar heeft ook een bijzonder gunstig effect op de hygiënische en microbiële kwaliteit van het voeder.

### Het sterilisatie-effect:

#### bacteriën, virussen, gisten en schimmels worden vernietigd

Tijdens het extrusieproces worden temperaturen bereikt van 100 tot 130° Celsius. Alle in de grondstoffen mogelijk aanwezige ziekteverwekkende micro-organismen worden hierbij gedood:

- Coli-, Salmonella-, en Listeriabacteriën worden vernietigd bij een hittebehandeling van 70° C gedurende 1 seconde. Bij de normale procesomstandigheden wordt dan ook een volledige pasteurisatie (= afdoding van alle bacteriën) van het voeder bekomen.
- Ook virussen worden vernietigd door extrusie:  
Het aviaire influenzavirus (vogelgriep) wordt volledig vernietigd bij temperaturen boven de 70°C.
- De gehalten aan schimmels worden door extrusie zeer sterk verminderd. In tegenstelling tot wat sommigen beweren is de kans op schimmel- en gistcelinfecties via geëxtrudeerde voeding dan ook veel lager dan via klassieke graanmengelingen.



## Insecten

Granen en zaden kunnen aangetast zijn door ongedierte zoals meelmotten en graankalenders. Het maalproces vóór extrusie en vooral de hoge temperaturen in de extruder doden alle mogelijk aanwezige insecten inclusief hun eieren.

Uit tabel 1 blijkt dat bij temperaturen boven 62 °C alle insecten afgedood worden binnen de minuut. Bij het verlaten van de extruder is het voeder dan ook volledig vrij van levende insecten.

Tabel 1: Effect van temperatuur op insectenvernietiging

Temperatuur (°C)	Effect
>62	Dood in minder dan 1 minuut
50-60	Dood in minder dan 1 uur
45-50	Dood in minder dan 1 dag
30-35	Max. temp voor reproductie
25-30	optimaal voor ontwikkeling



## Inactivatie van bederfenzymen

Rauwe plantaardige producten bevatten soms enzymen die bederf veroorzaken tijdens de bewaring van het voeder. Deze enzymatische reacties kunnen de smaak, de geur, de kleur en de textuur van de voeders veranderen.

Een gekend voorbeeld is het lipase-enzyme, aanwezig in heel wat zaden, dat ervoor zorgt dat de voedingsvetten bij bewaring vroegtijdig ranzig worden. Deze bederfenzymen worden volledig vernietigd door een hittebehandeling. Op deze manier draagt het extrusieproces bij tot een betere bewaarbaarheid en stabiliteit van de voeders.

## GEËXTRUDEERDE PELLETS EN DARMGEZONDHEID

Naast de voordelen veroorzaakt door de hittebehandeling bieden geëxtrudeerde voeders daarenboven het voordeel dat ze kunnen verrijkt worden met nutritionele additieven zoals vitamines, sporenelementen en nutraceuticals die de darmgezondheid bevorderen. Ook kunnen producten toegevoegd worden die schimmels remmen en/of mycotoxines binden zodat de kans op gezondheidsproblemen tengevolge van microbiële problemen verder gereduceerd wordt.

### Prebiotica voor een gezonde darmflora

Heel wat geëxtrudeerde duivenvoerders worden verrijkt met prebiotica. Prebiotica zijn een soort suikers die de bacteriën in het darmstelsel beïnvloeden. In het darmstelsel bevinden zich miljarden bacteriën. Meestal betreft het onschuldige of zelfs gezondheidsondersteunende bacteriën zoals de melkzuurbacteriën en de bifidusbacteriën. Naast de gunstige bacteriën kunnen er echter ook ziekteverwekkende bacteriën aanwezig (bv. colibacillen of salmonella) zijn.

We onderscheiden 2 soorten prebiotica elk met een verschillend werkingsmechanisme.

De **fructo-oligosachariden (FOS)** zijn suikers die de groei van de gezondheidsondersteunende lactobacillen en bifidusbacteriën bevorderen. Het werkingsmechanisme van FOS berust op het feit dat enkel de goedaardige darmflora deze speciale koolhydraten als voedsel kunnen benutten. De ziekteverwekkende bacteriën daarentegen kunnen deze FOS niet als voedsel gebruiken.

Fructo-oligosachariden worden reeds jarenlang in de voeding van mens en dier aangewend. Vooral bij diersoorten met een sterk ontwikkelde darmflora werden duidelijk positieve effecten van FOS wetenschappelijk bewezen.

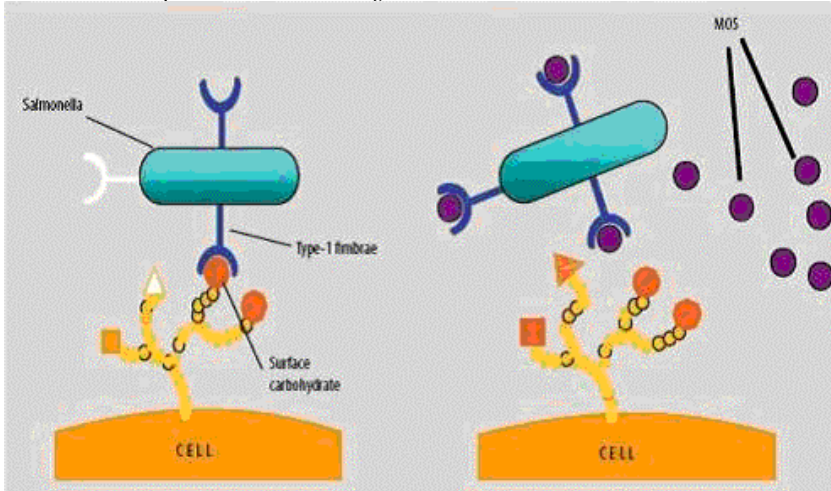
Een tweede soort prebiotica, zijn de **mannan-oligosachariden (MOS)**, die geïsoleerd worden uit gistcelwanden. Deze MOS hebben een directe werking op de ziekteverwekkende bacteriën: ze verhinderen hun aanhechting aan de darmwand. Hierdoor worden schadelijke

bacteriën met het onverteerde voedsel via de uitwerpselen uitgescheiden vooraleer ze enige schade kunnen berokkenen.

Werkingsmechanisme van MOS:

Links: de salmonellabacterie (blauw) hecht zich met zijn receptoren vast op de darmwand (oranje)

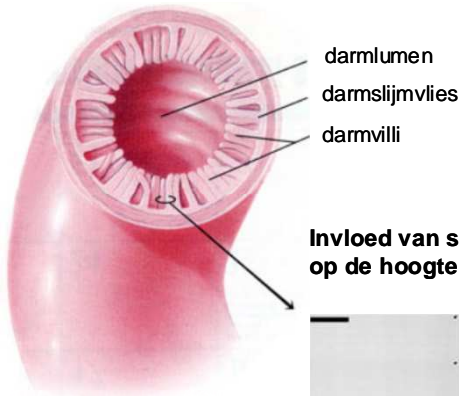
Rechts: MOS (paars) blokkeert de receptoren van de salmonellabacterie (blauw): · hierdoor kan de bacterie zich niet vasthechten op de darmwand en dus geen schade veroorzaken.



Bij duiven, die van nature een zeer beperkte darmflora hebben, is vooral het gebruik van MOS aangewezen. De mannan-oligosachariden of MOS hebben immers een directe blokkerende werking op de schadelijke bacteriën zonder dat eerst de goede bacteriën moeten gestimuleerd worden. Daarom worden bij duiven bij voorkeur MOS verstrekt.

Aan de Gentse rijksuniversiteit werd recent onderzoek uitgevoerd naar het effect van 0.4% MOS in de voeding van duiven (Abd El-Khalek et al. 2008). In het darmstelsel werden bij MOS-supplementatie veranderingen waargenomen die een verminderde bacteriedruk aantonen. De MOS veroorzaakten ook een lagere, gunstiger zuurtegraad en een betere consistentie van de uitwerpselen. De onderzoekers concludeerden dat MOS bij duiven een algemeen gunstige werking hebben op het spijsverteringsapparaat.

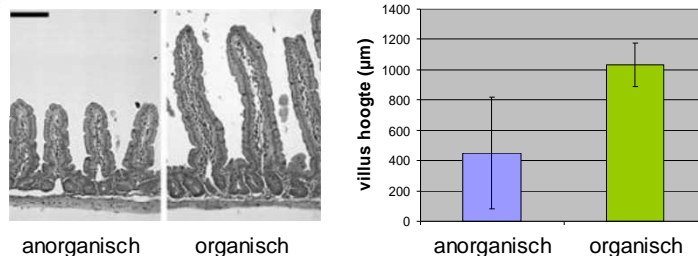
**Organisch gebonden sporenelementen zorgen voor gezondere darmvilli**



**Organisch gebonden sporenelementen**

Sporenelementen zijn essentiële voedingselementen die in kleine hoeveelheden in het rantsoen moeten aanwezig zijn en een belangrijke rol spelen in tal van stofwisselingsprocessen. Selenium, zink, mangaan en koper zijn essentiële sporenelementen die vaak onvoldoende beschikbaar zijn in klassieke rantsoenen. In de klassieke rantsoenen komen sporenelementen immers nagenoeg enkel in een "anorganische", minder opneembare vorm voor. Een nieuwe tendens is om "organisch gebonden sporenelementen" te supplementeren omdat deze veel beter opneembaar zijn.

**Invloed van sporenelementen (organisch versus anorganisch) op de hoogte van de darmvilli (Abd El-Khalek E et al 2010)**



Een recente studie bij sportduiven met organisch gebonden sporenelementen toonde aan dat deze betere beschikbare sporenelementen aanleiding gaven tot onder meer hogere zinkgehaltenes in het bloed en gezondere, langere darmvilli (Abd El-Khalek E et al 2010).

### **Kleimineralen en organische zuren als extra bescherming**

Geëxtrudeerde pellets laten verder ook toe een aantal substanties toe te voegen die het spijsverteringsstelsel en de algemene gezondheid extra bescherming bieden. Zo zijn natuurlijke kleimineralen zeer goede promotors van de darmgezondheid: sommige kleimineralen helpen door hun waterbindend vermogen diarree te voorkomen en verbeteren de faecesconsistentie. Bovendien kunnen ze mogelijks in de granen aanwezige mycotoxines en/of residuen van pesticiden neutraliseren en verminderen ze dus de gezondheidsrisico's verbonden aan deze toxines. Deze kleimineralen hebben eveneens een geurbindend effect en verlagen de ammoniakconcentraties op het duivenhok.

Ook organische zuren worden soms verwerkt in geëxtrudeerde duivenvoeding: deze natuurlijke zuren zorgen voor een lagere, gezondheidsondersteunende zuurtegraad in het darmstelsel en remmen de groei van schimmels en gisten.

### **Besluit**

Wetenschappelijk samengestelde geëxtrudeerde duivenpellets ondersteunen de darmgezondheid op verschillende manieren. De hoge temperaturen desactiveren de anti-nutritionele factoren en ontsluiten het zetmeel met een betere verteerbaarheid tot gevolg. De hittebehandeling heeft daarenboven een sterilisatie-effect met spectaculaire daling van het aantal micro-organismen (microben) in het voeder. Zo toonden analyses aan dat geëxtrudeerde voeders gemiddeld tienmaal minder schimmels bevatten dan klassieke graanmengelingen.

De geëxtrudeerde korrels laten ook toe om nutraceuticals te supplementeren die de darmgezondheid bevorderen, zoals prebiotica en organisch gebonden sporenelementen. Het gebruik van kleimineralen en organische zuren biedt het darmstelsel een extra bescherming.

### **Wetenschappelijke literatuur**

Abd El-Khalek E. , Kalmar I. , Van Weyenberg S. , Werquin G. and Janssens G.P.J.,  
**Starch gelatinisation degree of extruded pigeon feed affects fecal flora, intestinal pH and morphology.**  
Tagung der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie, Göttingen, 1-3 April 2008. Proc. Soc. Nutr. Physiol. (2008) 17-18, p. 96.

Abd El-Khalek E. , De Vroey M.; Kalmar, I.; Janssens, G.  
**Effect of dietary mannanoligosaccharides on digestibility, intestinal pH and gut morphology in pigeons. conference**  
Proceedings of the 12th International Conference of ESVCN (2008)

Abd El-Khalek E. , Kalmar I. , Van Weyenberg S. , Werquin G. and Janssens G.P.J.,  
**Effect of starch gelatinisation on nutrient digestibility and plasma metabolites in pigeons**  
Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition, Volume 93 Issue 3, Pages 359 – 365, 2009.

Abd El-Khalek E., Kalmar, I.D., Ducatelle R., Werquin G., Janssens, G.P.J.  
**The effect of micromineral source on intestinal morphology and feather formation in pigeons**  
In preparation.

Alonso R., Aguirre A. and Marzo F.,  
**Effects of extrusion and traditional processing methods on antinutrients and in vitro digestibility of protein and starch in faba and kidney beans**  
Food Chemistry, Volume 68, Issue 2, February 2000, Pages 159-165.

Okelo P., Wagner D., Carr L., Wheaton F., Douglass L and Joseph S.  
**Optimization of extrusion conditions for elimination of mesophilic bacteria during thermal processing of animal feed mash**  
Animal Feed Science and Technology, Volume 129, Issues 1-2, 4 August 2006, Pages 116-137

Riaz M.N.,  
**The role of extrusion technology on feed safety and hygiene**  
17th Annual ASAAM SEA Feed Technology and Nutrition Workshop, June 15-19, 2009

Weurding R. E. , Enting H., Verstegen M. W. A.,  
**The effect of site of starch digestion on performance of broiler chickens**  
Animal feed science and technology, 2003, vol. 110, no1-4, pp. 175-184.