

2017

‘Effecten van Oregano, SCFA’s en MCFA’s op de technische resultaten van gespeende biggen’



Jan ter Maaten
Dier & Veehouderij

‘EFFECTEN VAN OREGANO, SCFA’S EN MCFA’S OP DE TECHNISCHE RESULTATEN VAN GESPEENDE BIGGEN’

*ONDERZOEK NAAR DE EFFECTEN OP TECHNISCHE RESULTATEN BIJ TOEDIENING VAN
OREGANO, SCFA’S EN MCFA’S AAN GESPEENDE BIGGEN*

Afstudeerwerkstuk voor de major Dier & Veehouderij aan Aeres Hogeschool te Dronten

Auteur: Jan ter Maaten
Opleiding: Dier & Veehouderij
Module: Afstudeerwerkstuk
Datum: Maart 2017
Plaats: Dronten
Onderwijsinstelling: AERES Hogeschool Dronten
Afstudeerdocent: J. van Diepen

DISCLAIMER

Dit rapport is gemaakt door een student van Aeres Hogeschool als onderdeel van zijn/haar opleiding. Het is géén officiële publicatie van Aeres Hogeschool. Dit rapport geeft niet de visie of mening van Aeres Hogeschool weer. Aeres Hogeschool aanvaardt geen enkele aansprakelijkheid voor enige schade voortvloeiend uit het gebruik van de inhoud van dit rapport.



Voorwoord

Dit afstudeerwerkstuk is opgesteld als onderdeel van de afstudeerfase. Dit is naast de minoren en de afstudeerstage één van de vier onderdelen van het vierde jaar. Dit rapport geeft inzicht in de resultaten van het onderzoek naar de effecten op technische resultaten van Oregano, SCFA's en MCFA's. Dit is gedaan door middel van het uitvoeren van een literatuuronderzoek welke ondersteund wordt door een praktijkonderzoek welke in de afstudeerstage is uitgevoerd.

Bij deze wil ik dhr. Van Diepen bedanken voor de begeleiding tijdens het schrijven van het plan van aanpak. Daarnaast wil ik Twilmij BV bedanken voor de afstudeerstage die ik daar gedaan heb. Ik heb tijdens die periode veel geleerd over de werking en toepassing van verschillende voeradditieven op gespeende biggen.

Jan ter Maaten, maart 2017

INHOUD

Samenvatting	5
Summary.....	6
1. Inleiding	7
1.1 Achtergrond	7
1.2 Relevantie.....	8
1.3 Hoofd- en deelvragen	8
1.3.1 Hoofdvraag.....	8
1.3.2 Deelvragen	9
1.3.3 Materiaal en methode.....	9
1.4 Doelstelling.....	10
2. Literatuur.....	11
2.1 Achtergrond	11
2.2 Darmgezondheid.....	12
2.3 Werkingsmechanisme.....	15
2.3.1 Oregano:	15
2.3.2 MCFA's:	17
2.3.3 SCFA's:.....	20
2.4 Extern onderzoek.....	23
3 Praktijkonderzoek.....	26
3.2 Materiaal en methode	26
3.3 Resultaten	27
4 Discussie.....	31
5 Conclusie	34
6 Bibliografie.....	35

SAMENVATTING

De Nederlandse varkenshouderij mag sinds 2006 geen antibiotica of ander preventieve antimicrobiële groeibevorderaars (AMGB's) in veevoer gebruiken. Het gevolg hiervan was dat de darmgezondheid en daarmee de technische resultaten in de varkenshouderij sterk onder druk kwamen te staan. Sinds die tijd is de sector in samenwerking met de veevoerindustrie hard op zoek gegaan naar alternatieven die gebruikt konden worden om de darmgezondheid van varkens weer naar het gewenste niveau te brengen. Deze alternatieven werden na verloop van tijd gevonden in verschillende producten zoals etherische oliën, organische zuren en enzymen. De zoektocht naar alternatieven en combinaties van producten gaat onverminderd door omdat nog niet alles is onderzocht op de effecten en bruikbaarheid voor de sector. Iedere varkenshouder wil graag optimale technische resultaten behalen zodat het rendement per dier omhoog gaat en zodoende het hoogste inkomen kan worden gegenereerd. Daarom is een literatuurstudie uitgevoerd naar de voor- en nadelen van oregano, MCFA's en SCFA's en is gekeken naar wat de effecten zijn op de technische resultaten.

Om te kunnen begrijpen wat de precieze werking is van deze verschillende producten moet eerst duidelijk worden wat het begrip darmgezondheid precies inhoudt. Daarom is in hoofdstuk 2.2 uitgebreid ingegaan op de werking van het spijsverteringskanaal van varkens. Zodoende kan aangegeven worden wat de huidige staat van de darmgezondheid is in de Nederlandse varkenshouderij en kan de lezer met de benodigde achtergrondinformatie het rapport verder doorlezen.

Als er conclusies getrokken moeten worden is het belangrijk dat de precieze werking van de verschillende producten onderzocht wordt. Hierbij is per product ingegaan op de verschillende werkingsmechanismen en hoe dit product zich gedraagt in het dier. Aan de hand van deze uitgewerkte werkingsmechanismen is vervolgens gekeken hoe de verschillende producten een positieve werking kunnen uitoefenen op de technische resultaten van gespeende biggen. In hoofdstuk 3 zijn vervolgens het materiaal, de methode en de resultaten van de praktijkproef beschreven. Deze resultaten laten een beeld zien waaruit blijkt dat de additieven geen onderscheidende werking hebben gehad t.o.v. de controlegroep. Uit de discussie blijkt vervolgens waarom deze resultaten op deze manier tot uiting zijn gekomen. De voornaamste reden voor deze resultaten is het feit dat in het speenvoer het percentage ruw eiwit erg laag was waardoor de additieven geen onderscheidende werking hadden.

Uit zowel de literatuur als de praktijk blijken oregano, MCFA's en SCFA's een bruikbaar alternatief voor AMGB's.

In de conclusie is een duidelijk antwoord op de hoofdvraag geformuleerd. Deze luidt als volgt: 'Oregano, MCFA's en SCFA's kunnen in suboptimale omstandigheden onderscheidend zijn voor de technische resultaten van gespeende biggen. Echter in optimale omstandigheden hebben deze producten weinig tot geen effect'.

SUMMARY

Since 2006, the Dutch pig business cannot use antibiotics or other preventive antimicrobial growth promoters (AGP's) in animal feed anymore. This meant that in the pig the intestinal health and thus the technical results were under severe pressure. Since then the sector, in collaboration with the feed industry, started searching for alternatives that could be used to bring back the desired level of the intestinal health of pigs. After some time these alternatives were found in a variety of products such as essential oils, organic acids and enzymes. The search for alternatives continues unabated as yet not everything is tested on the effects and useability for the pig business. Every pig farmer wants to achieve optimal technical results so that the yield per animal is raised and thus the highest income can be generated. Therefore, a literature study was conducted at the advantages and disadvantages of oregano, SCFA's and MCFA's and the effects on pig performance.

To understand what the effects of these different products are, it must be clear what the concept is of intestinal health. Therefore, chapter 2.2 describes in detail the functioning of the digestive tract of pigs. This section gives a good indication about the current state of the intestinal health in the Dutch pig farming, so the reader will have the necessary background to read further.

If there are to be drawn clear conclusions, it is important that the precise effect of the different products is investigated. This product examines the different mechanisms and how the product behaves in the animal. Based on these elaborate mechanisms is then looked at how the various products could have a positive effect on performance of weaned piglets. Chapter 3 describes the results of the practical study. These results show that the additives had no distinctive effect relative to the control group. In chapter 4, the discussion, then turns out why these results have been reflected in this way. The main reason for these results is the fact that the percentage of crude protein in the weaner feed was very low, through which the additives had no distinguishing effects.

From both the literature and practice, oregano, MCFA's and SCFA's can be useful alternatives to AGP's (antimicrobial growth promoters).

In the conclusion, a clear answer is formulated to the main question. It reads as follows: "Oregano, MCFA's and SCFA's, in suboptimal conditions, may be distinctive for the technical results of weaned piglets. However, in optimal conditions, these products have little or no effect.

1. INLEIDING

1.1 ACHTERGROND

Iedere varkenshouder wil vlak na de financieel zware tijden in het recente verleden een optimaal economisch resultaat behalen door middel van de beste technische resultaten. Goede technische resultaten kunnen behaald worden als ziektes en infecties buiten de deur worden gehouden. In Nederland komen er steeds betere voeradditieven op de markt waardoor de technische resultaten van varkensbedrijven verbeteren.

Doordat er in het verleden een resistentie ontstond bij verschillende bacteriestammen op antibiotica, kwam er een verbod op AMGB's en antibiotica in diervoeding (AMGB staat voor Anti Microbiële Groei Bevorderaar). Omdat deze AMGB's in diervoeding werden verboden werd hiermee algemeen aangenomen dat de darmgezondheid en daarmee de technische resultaten van gespeende biggen achteruit zouden gaan. Het verbod zorgde voor een toename in het preventief gebruik van medicijnen. Om deze trend tegen te gaan was het nodig dat er goede alternatieven voor AMGB's op de markt gebracht zouden worden. Hierop volgde een zoektocht van o.a. de mengvoer- en premixindustrie naar voermaatregelen en additieven. Zo werd het niveau RE (ruw eiwit) in het voer verlaagd. Door deze aanpassing bleven de dieren gezond, maar tegelijkertijd bleef de groei achter en steeg de voederconversie. Ook gingen op een gegeven moment de voerkosten extreem stijgen door hogere grondstofprijzen waardoor het nog belangrijker werd om de voer efficiëntie te verbeteren. (Kort, 2010; Klein Swormink, 2009; eiwitvertering bij varkens, z.j.).

In de zoektocht naar verbetering van technische resultaten wordt er vooral gefocust op darmgezondheid. Een goede darmgezondheid is in de varkenshouderij van essentieel belang. Vooral bij jonge dieren die net gespeend worden is het erg belangrijk om de darmen zoveel mogelijk te ontlasten. Een gezonde darm zorgt namelijk voor betere vertering van het voer, een betere groei en vermindert het medicijngebruik. De darmen functioneren in het dier als barrière om verkeerde bacteriën tegen te houden. Hier leven dus zowel goede als verkeerde bacteriën samen. Wanneer er een goede balans is in de samenstelling van de bacteriën in de darm dan functioneert deze goed. Dit zorgt zoals gezegd voor een betere vertering en bestrijding van pathogene bacteriën. Tot op de dag van vandaag wordt in de zoektocht naar nieuwe additieven en combinaties van producten veel gebruik gemaakt van oregano. Dit is een plant die verschillende positieve eigenschappen heeft in een dier. Daarom wordt er vaak een concentraat van de olie uit deze plant gebruikt in veevoer. Dit geconcentreerde product valt in de productgroep 'fytogenen'. Daarnaast zijn vetzuren een veelgebruikt product in veevoeding. Deze vetzuren zitten in ketens aan elkaar. Daardoor wordt er onderscheid gemaakt in drie verschillende groepen namelijk; SCFA's (Short Chain Fatty Acids, korte keten vetzuren), MCFA's (Medium Chain Fatty Acids, middellange keten vetzuren) en LCFA's (Long Chain Fatty Acids, lange keten vetzuren). De meestgebruikte producten in de veevoedingsector zijn de SCFA's en de MCFA's.

Zoals gezegd was de eerste reactie van mengvoederbedrijven om voermaatregelen te treffen. Hierbij moet vooral gedacht worden aan het 'veilig' formuleren van diervoeders. Dus het bewust weglaten of toevoegen van bepaalde grondstoffen of producten waardoor de darmen van dieren minder belast worden. Hierdoor wordt er minder schade opgelopen aan de darm en zodoende

kan deze sneller herstellen. Hierdoor blijven de dieren gezonder. Een nadeel is wel dat op deze manier een gedeelte groei ingeleverd wordt. Dus werd er gezocht naar additieven die als toevoeging in een diervoeder gebruikt kunnen worden. Deze additieven hebben sterke antibacteriële eigenschappen zodat ook op deze manier een optimale groei kan worden gerealiseerd en tegelijkertijd de belasting van de darm geminimaliseerd.

1.2 RELEVANTIE

Naast AMGB's moet ook het totale antibioticagebruik in de veehouderij gereduceerd worden. De Nederlandse overheid heeft besloten dat met ingang van 1 januari 2014 het antibioticagebruik met 50% gereduceerd moet worden ten opzichte van 2009. Ook deze maatregel valt in het rijtje maatregelen na verontrustende berichten in de resistentieontwikkeling. In tabel 1 is een overzicht te vinden van het antibioticagebruik in de verschillende sectoren vanaf 2009. Hierin is te zien dat voor de varkenssector en de vleeskuikensector deze doelstelling al gehaald is.

*Tabel 1. Reductie in antibioticagebruik bij landbouwhuisdieren vanaf 2009.
(SDa autoriteit diergeneesmiddelen, 2016)*

Diersoort	DDDA _{NAT}	% reductie t.o.v. 2009					
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Kalveren	33,80	9	14	24	36	37	35
Varkens	20,51	26	29	30	51	54	56
Vleeskuikens	36,76	37	43	52	65	57	60
Melkvee	5,89	-10	1	31	32	44	47

Zoals al eerder gezegd is bestaat de relevantie uit het afschaffen van AMGB's en de zoektocht die daarna is ontstaan naar alternatieven hiervoor. Door verschillende bedrijven worden nog altijd nieuwe producten ontdekt of gemaakt die bijvoorbeeld de darmgezondheid positief beïnvloeden. Deze nieuwe producten moeten echter uitvoerig getest worden voor er iets relevants over gezegd kan worden.

De zoektocht naar vervangers van AMGB's is nog lang niet ten einde. Het doel hierbij is om de darmgezondheid van intensieve landbouwhuisdieren op hetzelfde niveau te krijgen als voorheen. Het is logisch dat dit een complex probleem is aangezien de antibiotica in het verleden goed hun werk deden in veevoer. Het werken met additieven zoals plantaardige extracten is een grotere uitdaging. De sector is op de goede weg en er is al het nodige bekend over bepaalde groepen additieven, maar toch is er nog veel onderzoek nodig in deze zoektocht.

1.3 HOOFD- EN DEELVRAGEN

1.3.1 HOOFDVRAAG

De hoofdvraag voor dit afstudeeronderzoek is als volgt gedefinieerd:

‘Wat is het effect van oregano, SCFA's en MCFA's op de technische resultaten van gespeende biggen?’

Toelichting hoofdvraag:

Betere technische resultaten worden gemeten door: een hogere groei, een lager uitvalspercentage, een betere voederconversie, minder medicijngebruik en een betere mestconsistentie.

1.3.2 DEELVRAGEN

Bij de hoofdvraag kunnen ook deelvragen opgesteld worden. Deze deelvragen kunnen helpen bij het beantwoorden van de hoofdvraag.

1. *Wat is de huidige stand van zaken op het gebied van darmgezondheid bij gespeende biggen?*
2. *Wat is de theoretische werking van oregano, SCFA's en MCFA's in de big?*
3. *Hoe zouden oregano, SCFA's en MCFA's een verbeterend effect kunnen hebben op de technische resultaten van gespeende biggen?*
4. *Wat laat de praktijkproef, uitgevoerd door Twilmij, zien over het effect van oregano, SCFA's en MCFA's op de technische resultaten van gespeende biggen?*

Toelichting deelvragen:

Bij deelvraag 1 zal vooral gekeken worden naar wat darmgezondheid precies inhoudt en hoe goed de darmgezondheid op dit moment is bij gespeende biggen. Dit is natuurlijk wel een landelijk beeld maar toch is hier dan een huidige stand van zaken uit af te leiden. Bij deelvraag 2 zal vooral ingegaan worden op de theoretische kant van de drie producten die in dit afstudeeronderzoek behandeld worden. Ook zal hierbij duidelijk uitgelegd worden wat het werkingsmechanisme in het dier is, dus wat gebeurt er als het product door het dier wordt opgenomen? Hierna zal de koppeling gemaakt worden naar verwachte resultaten die behaald zullen worden wanneer deze producten gebruikt zullen worden in de diervoeders. In de laatste deelvraag zal een antwoord worden gegeven op de vraag wat de resultaten zijn uit de praktijkproef die in 2016 is uitgevoerd door Twilmij. In deze praktijkproef zijn deze drie producten gecombineerd en ingezet bij gespeende biggen. Het is belangrijk om te begrijpen welke parameters in deze deelvraag onder 'technische resultaten' vallen. Dit zijn:

- Lichaamsgewicht (op laatste dag van onderzoek)
- Voeropname (over totale periode)
- Dagelijkse groei (over totale periode)
- Voerconversie (over totale periode)
- Voer efficiëntie (kg groei per kg voer benut voor groei. Over totale periode)

Met behulp van deze deelvragen is het mogelijk om een goed antwoord op de hoofdvraag te formuleren.

1.3.3 MATERIAAL EN METHODE

In dit rapport kunnen twee onderdelen onderscheiden worden, namelijk het literatuuronderzoek en het praktijkonderzoek. Deelvraag 1, 2 en 3 zullen beantwoord worden door middel van literatuuronderzoek. In hoofdstuk 2 zal dit literatuuronderzoek verder uitgewerkt worden. Hierbij zal gekeken worden naar de werkingsmechanismen van verschillende producten en zullen onderzoeksresultaten van externe onderzoeken gepresenteerd worden. Vervolgens zal het praktijkonderzoek, hetwelk bij Twilmij uitgevoerd is, uitgewerkt worden in hoofdstuk 3. In dit hoofdstuk zal de materiaal & methode van dit

praktijkonderzoek beschreven worden. Aan de hand van overzichtstabellen zullen de resultaten van dit onderzoek gepresenteerd worden. In de discussie zullen vervolgens mogelijke oorzaken voor de resultaten uit de literatuurstudie en het praktijkonderzoek gezocht worden. In de conclusie zal vervolgens aan de hand van de discussie een antwoord op de hoofdvraag geformuleerd worden.

1.4 DOELSTELLING

Door de afschaffing van AMGB's in veevoeding en de opgelegde reductie van het gebruik van antibiotica in de intensieve veehouderij is de darmgezondheid van intensieve landbouwhuisdieren sterk onder druk komen te staan. Hierdoor zijn additieven in diervoeding steeds belangrijker geworden en krijgt dit onderwerp steeds meer aandacht.

De doelgroep van dit onderzoek is vooral de mengvoederindustrie. Deze industrie verkoopt mengvoer aan veehouders. Dit mengvoer bevat ook toevoegingen of andere elementen die de gezondheid van dieren verbeteren (denk hierbij aan vitamines of sporenelementen). In de intensieve landbouw betekent betere gezondheid vaak automatisch meer groei of productie. Uiteindelijk hebben varkenshouders de meeste baat bij een goede uitkomst van het onderzoek, aangezien een betere gezondheid betekent dat dieren harder groeien en er minder medicijnen nodig zijn. Op deze manier kan de sector voldoen aan de regelgeving en kan er een eerlijk product verkocht worden richting de klant, de burger.

De doelstelling van het afstudeerwerkstuk is aan te tonen wat het effect is van oregano, SCFA's en MCFA's op de technische resultaten van gespeende biggen. De periode vlak na het spenen van een big is een moeilijke periode voor het dier. In deze periode wordt de big van de moeder gescheiden en treden vaak problemen op, mede door verandering van huisvesting en voeding (van melk en gedeeltelijk krachtvoer naar volledig krachtvoer). In dit onderzoek worden drie additieven in varkensvoeding behandeld. Deze additieven worden momenteel al veelvuldig ingezet.

2. LITERATUUR

Om een goed antwoord op de hoofdvraag te kunnen formuleren is het nodig om de literatuur nauwkeurig te onderzoeken. Op deze manier kan bekeken worden wat de huidige stand van zaken is op het gebied van darmgezondheid en additieven. Ook kan op deze manier een duidelijk beeld verkregen worden van hetgeen er al bekend is over oregano, SCFA's en MCFA's. Allereerst zal er worden uitgelegd wat er precies met darmgezondheid bedoeld wordt, vervolgens zullen de werkingsmechanismes besproken worden en tot slot zal gekeken worden wat er qua onderzoek al bekend is over deze producten.

2.1 ACHTERGROND

Zoals vanuit de geschiedenis bekend is (Wikipedia, z.j.) ontwikkelde de varkenshouderij zich met name in de jaren '60 en '70 erg goed tot een grote winstgevende sector die voor veel boeren weer brood op de plank opleverde na de Tweede Wereldoorlog. Er werden veel varkensstallen gebouwd en veel boeren met meerdere takken breidden hun varkenstak uit. Varkensvlees werd populair en er was geen limiet voor de productie van varkensvlees. Zowel de varkensboeren als de gehele agrarische sector groeide gestaag, en ook de mengvoerindustrie groeide mee op het succes van de sector. De intensivering van de varkenssector bracht in de loop van de jaren ook de nodige nadelen met zich mee. Zo bleek dat varkensvlees in vergelijking met rundvlees ongezonder is voor een mens, en ook ontstond er bij bacteriën een resistentie voor bepaalde antibiotica. Deze resistentie ontstond door het grote preventieve en curatieve gebruik van antibiotica in onder andere veevoeding. Ook werden er veel AMGB's (AMGB = Anti Microbiële Groei Bevorderaar) in veevoeding gebruikt om de dagelijkse groei van varkens nog hoger te krijgen, zodat er meer geproduceerd kon worden in een bepaalde tijd. Onder AMGB's worden ook preventieve antibioticakuren gerekend om te voorkomen dat dieren ziek zouden worden.

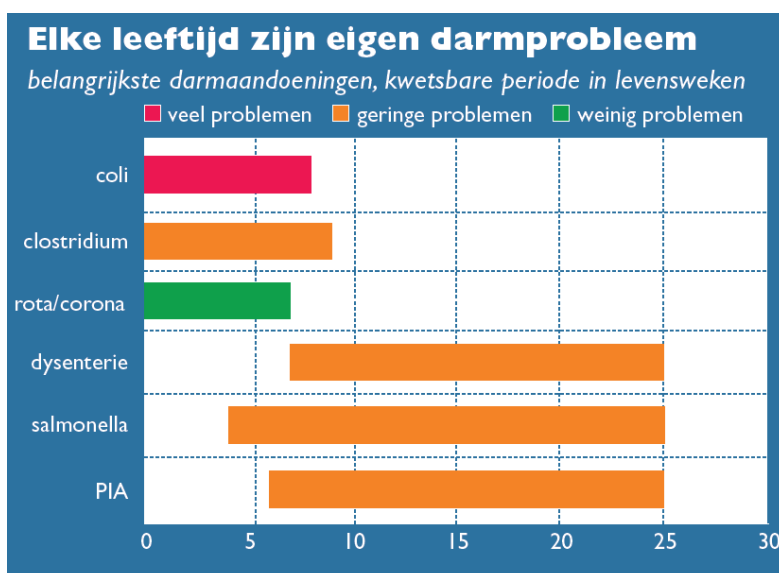
Om de problemen van de resistentie op verschillende antibiotica te verhelpen werd er besloten om in 2006 een verbod op AMGB's van kracht te laten gaan. Daarnaast moest het totale gebruik van antibiotica drastisch verminderd worden. Dit betekent dat de waarde DDD (Dier Dag Dosering) naar beneden moest worden gebracht. Voor de sector zelf zaten er aan deze maatregelen echter de nodige nadelen. Door AMGB's te gebruiken kon het maagdarmkanaal ontlast worden zodat de vertering van voedsel beter ging en de speendip bij gespeende biggen enigszins beperkt kon worden. Hierdoor kregen bacteriën zoals *Salmonella* en *E. coli* geen enkele kans om aan te slaan. Door het verbieden van deze AMGB's werd door de gehele sector aangenomen dat de darmgezondheid van gespeende biggen weer meer onder druk zou komen te staan. Dit zou gepaard gaan met tegenvallende resultaten voor de varkenshouderij die al in zwaar financieel weer verkeerde. Zoals in de inleiding al is beschreven werd door de mengvoerindustrie een oplossing gezocht in het veilig formuleren van diervoeders en het gebruik van voeradditieven. Deze oplossing was ongeveer de enige en meest voor de hand liggende oplossing om de darmgezondheid van gespeende biggen weer op een gewenst niveau te krijgen.

Sinds deze veranderingen is er na tien jaar onderzoek een enigszins stabiele situatie ontstaan op het gebied van darmgezondheid. Op het gebied van voeradditieven wordt echter nog steeds veel onderzoek gedaan naar nieuwe producten of combinaties van stoffen. Deze zoektocht gaat nog steeds door.

Zoals in de inleiding is beschreven moet het antibioticagebruik in de veehouderij drastisch naar beneden. Dit is over het algemeen goed gelukt de afgelopen jaren, maar er blijven hardnekkige problemen voorkomen in de intensieve veehouderij. Vooral deze sectoren moeten sterk reduceren. Hierdoor ging de darmgezondheid bij varkens sterk onderuit en ook de pluimveesector ondervond problemen. Oude problemen zoals *E. coli* infecties staken de kop weer op. Vooral bij gespeende biggen is dit een groot probleem. De sector is dus gebaat bij gedegen oplossingen om de darmgezondheid van biggen weer op een gewenst niveau te krijgen zonder dat dit ten koste gaat van groei of de voerconversie.

2.2 DARMGEZONDHEID

Afgelopen jaren is er veel aandacht voor darmgezondheid bij varkens, en dit is terecht. Doordat deze met preventieve antibiotica in het voer niet meer automatisch in stand kan worden gehouden hebben bacteriën een goede bodem gevonden om te groeien. Dit leidt tot veel infecties bij varkens, vooral in de jonge leeftijdsfase. In figuur 1 is een overzicht te vinden van verschillende darmaandoeningen bij varkens. Hierin is te zien dat coli en clostridium veel voorkomende aandoeningen zijn in de jeugd. Dysenterie, salmonella en PIA komen veel voor in een latere leeftijdsfase.



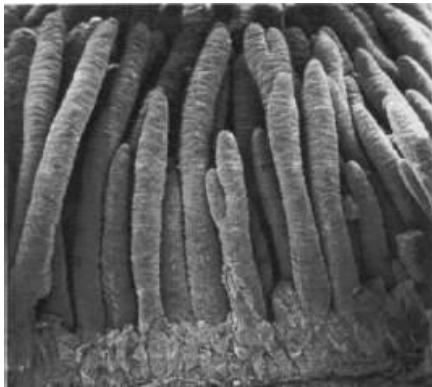
Figuur 1. Darmaandoeningen bij varkens in levensweken (Stevens, 2013)

In de darm worden bij een varken de eiwitten afgebroken. Hierdoor krijgen bacteriën voedingsstoffen. Bacteriën in de darm leven namelijk op eiwitten. Bij oudere dieren is dit in mindere mate een probleem. Het maag-darmstelsel bij jonge dieren is namelijk nog niet volledig ontwikkeld waardoor eiwitten niet geheel kunnen worden afgebroken. Hierdoor blijft er meer eiwit 'substraat' over voor waar bacteriën in de dikke of dunne darm goed op kunnen groeien, wat vaak diarree tot gevolg heeft. De mindere vertering is vooral een probleem rondom het speenmoment van biggen. Het maag-darmkanaal moet zich dan namelijk aanpassen van zeugenmelk naar vast voedsel met een ander soort eiwitten. Hierbij komen andere enzymen om de hoek kijken zoals bijvoorbeeld pepsine. Hierdoor is het heel erg moeilijk om de darmgezondheid van jonge biggen op een goed niveau te houden na het spenen.

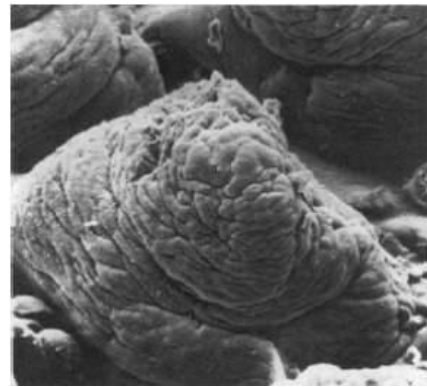
Om de darmgezondheid op peil te houden kunnen verschillende methodes gebruikt worden. Zo is er de mogelijkheid om het ruw eiwitgehalte in het voer te laten zakken. Als het ruw eiwit

namelijk hoog is in het voer blijft de maag pH te hoog en heeft deze moeite om te zakken. Daardoor is het van belang dat biggenvoerders niet te hoog zitten in het ruw eiwit, maar wel voldoende aminozuren bevatten. De tweede manier om de darmgezondheid te verbeteren is door de bacteriën in de darm te bestrijden door middel van additieven. Additieven zijn toevoegingsmiddelen die aan het voer of aan de premix kunnen worden toegevoegd. Daarnaast bestaan er ook nog additieven die door het drinkwater kunnen worden toegediend. Hierbij kan gedacht worden aan probiotica, prebiotica, organische zuren of plantextracten. De functie van deze middelen is om het aantal bacteriën in de darm die schadelijk zijn voor het dier terug te dringen. Op deze manier wordt de kans op een infectie aanzienlijk verkleind.

Om een goed antwoord op de eerste deelvraag te kunnen formuleren is het van belang om te begrijpen wat darmgezondheid is en hoe een big groeit. In een big is de darm de belangrijkste weerstand tegen het binnendringen van toxines en bacteriën. Door gezonde darmcellen, ook wel darmvilli genoemd, bouwt de darm aan een gedegen weerstandstelsel. Om deze darmvilli in goede conditie te krijgen en te houden is het van groot belang dat de big genoeg voer opneemt.



Figuur 2. Hoge voeropname; gezonde darmvilli



Figuur 3. Lage voeropname; slechte darmvilli

Zoals in figuur 2 te zien is ontwikkeld een big gezonde darmvilli als het voldoende voer opneemt. Deze darmvilli zijn groot en hoog en kunnen op die manier gemakkelijk voldoende nutriënten opnemen. In figuur 3 is het tegenovergestelde te zien, wat ook automatisch slechte weerstand betekent.

Zodra het voer in een big komt begint het proces van het verteren. Dit betekent letterlijk het verkleinen van de ingenomen nutriënten. Het gebeurt onder andere door middel van zuren en enzymen. Dit proces begint al in de bek. Als een big voer opneemt kauwt een big om het voedsel te verkleinen en te homogeniseren. Vervolgens komt het voer in de maag waar het voer aangezuurd wordt en het enzym pepsine wordt geproduceerd. Dit enzym splitst grote eiwitten in kleine eiwitten. Vervolgens gaat het proces door via de 12-vingerige darm. Hier worden verschillende verteringssappen toegevoegd. In de dunne darm worden vervolgens polypeptiden, disacchariden en andere substraten verteerd. Tevens worden in de dunne darm nutriënten zoals vitamines, vetzuren, mineralen en aminozuren opgenomen. In de dikke darm wordt het verteringsproces afgerond. Hier worden vluchtige vetzuren opgenomen en niet verteerde voedingsstoffen worden alsnog verteerd. Daarnaast wordt het ruw eiwit geabsorbeerd.

Het belangrijkste onderdeel in dit proces is de dunne darm. De dunne darm bevindt zich achter de 12-vingerige darm. De dunne darm heeft een uiterst belangrijke functie in een big omdat op die plek de meeste nutriënten worden opgenomen. In de dunne darm worden

verteringsenzymen geproduceerd en afgegeven. Deze enzymen zorgen voor de vertering van disacchariden, polypeptiden en andere substraten. Tevens worden er in de dunne darm verschillende nutriënten opgenomen.

Dit proces gaat door in de dikke darm waar de laatste fase van het verteringsproces wordt ingezet. In de dikke darm zijn erg veel bacteriën aanwezig, zowel goede bacteriën als pathogene. Tevens worden er vluchtige vetzuren geproduceerd. Hierbij moet gedacht worden aan boterzuur, welke een energiebron is voor de darmwand waardoor o.a. elektrolyten opgenomen kunnen worden, azijnzuur en propionzuur. (*Veldkamp, 2016*).

Kort gezegd wordt met het begrip 'darmgezondheid' de staat van de darmen binnen het spijsverteringskanaal van een varken bedoeld. Dus hoe beter de darmgezondheid, hoe groter de capaciteit van de darmen om nutriënten op te nemen en pathogene bacteriën te weren. De darmgezondheid is dus een zeer belangrijk gegeven binnen de varkenshouderij. Het beïnvloedt namelijk de technische resultaten door middel van nutriëntenabsorptie, alsmede ook de algemene gezondheid door middel van de bestrijding van pathogenen.

Zoals eerder is gezegd is een goede voeropname erg belangrijk voor de ontwikkeling van darmwandcellen. Als de darm goed is ontwikkeld is ook de algemene gezondheid vaak in orde. Dit kan verklaard worden doordat er via een gezonde darm voldoende belangrijke nutriënten opgenomen kunnen worden en er een sterke barrière ontstaat voor pathogenen. In de praktijk is een goede voerconversie een belangrijke aanwijzing voor een goede darmgezondheid. De voederconversie is vooral belangrijk bij gespeende biggen en bij vleesvarkens om een optimale groei, en gezondheid, te behalen. De experts binnen de varkenshouderij zijn van mening dat de Nederlands varkenshouderij op het gebied van darmgezondheid zeker niet onder doet ten opzichte van het buitenland. Onder andere een goede voerconversie wijst hierop. In Nederland zijn een aantal extra beperkingen op het gebied van diervoeding van kracht wat de prestatie van de Nederlandse varkenshouderij alleen maar groter maakt. Een voorbeeld van zo'n beperking is dat het toevoegen van zink verboden is. De darmgezondheid binnen de Nederlandse varkenshouderij verkeert dus wereldwijd gezien op een hoog niveau. Het zit echter in de genen van Nederlandse ondernemers om het allerbeste ergens uit te halen en om ergens goed in te zijn. Daarom zal ook het onderwerp 'darmgezondheid' de komende jaren binnen de Nederlandse varkenshouderij erg belangrijk zijn en blijft de sector zoeken naar nieuwe additieven en innovaties om de darmgezondheid naar een nóg hoger niveau te brengen.

2.3 WERKINGSMECHANISME

Om een goed en duidelijk antwoord te kunnen krijgen op deelvraag 3 is het van belang om de theoretische werking van de verschillende producten in een big goed te onderzoeken en omschrijven.

2.3.1 OREGANO:

Oregano is een plantenextract dat inmiddels veel toegepast wordt in voeding. Oregano is een extract van de *Oreganum Vulgare* plant. De belangrijkste actieve componenten in deze plant zijn carvacrol en thymol. Maar daarnaast bevat oregano ook nog 200 andere actieve componenten. Van oregano is bekend dat het positief werkt op de voeropname van een dier. Hierdoor kan een hogere groei gerealiseerd worden.

Oregano behoort tot de groep 'etherische oliën' (ook wel essentiële oliën genoemd) welke weer behoort tot de Fytogene stoffen. Fytogene stoffen zijn stoffen die vanuit een plantenextract opgezuiverd zijn tot een hoog percentage (tot soms wel bijna 100%). Interessante voorbeelden hiervan zijn allicine uit knoflook, lignine uit stro, inuline uit cichorei en carvacrol uit oregano. Volgens Thacker (2013) bestaan er naar schatting 3000 etherische oliën waarvan kaneelaldehyde, carvacrol, eugenol en thymol de meest interessante producten zijn om te gebruiken in de varkenshouderij. Thacker (2013) geeft daarnaast in zijn review aan dat etherische oliën (waartoe oregano behoort) pathogene bacteriën lijken te beheersen. Daarom is in het verleden geprobeerd om etherische oliën in varkensvoeding op te nemen. Dit gaf echter hele wisselende resultaten.

Aan oregano worden de volgende positieve eigenschappen toegeschreven (Costa, Luciano, Miyada, & Gois, 2013; Thacker, 2013) :

- Verhoogt de voeropname
- Antimicrobiële eigenschappen in het maagdarmkanaal
- Stimuleert de productie en afgifte van verteringsenzymen
- Ondersteunt de weerstand door antioxidantenwerking¹ en Immune modulatie²
- Beter functioneren van de enterocyten (darmcellen)

Verhoogde voeropname:

Diverse publicaties tonen aan dat de inzet van plantextracten (met name etherische oliën) de voeropname verbetert, bij zowel varkens als pluimvee (Windisch, Schedle, Plitzner, & Kroismayr, 2008). Windisch et al., (2008) geeft aan dat hogere voeropnames bij verstrekken van fytogene producten waarschijnlijk vooral het gevolg zijn van een verbeterde darmgezondheid en enzymatische vertering. Plantextracten kunnen echter bij overdosering ook leiden tot nadelige effecten. Veelal wordt de voeropname dan negatief beïnvloed (Trevisi et al., 2007). Trevisi et al. (2007) vonden verminderde prestaties van biggen die voeders kregen waaraan 1% thymol was toegevoegd.

Antimicrobiële eigenschappen:

Oregano wordt beschreven als een van de meest effectieve kruidenextracten. Dit wordt vooral toegeschreven aan de hydrofobe fenolen Carvacrol en Thymol. Uit zowel *in vitro* als *in vivo*

¹ Een antioxidant (bijvoorbeeld vitamine E en C) zijn in staat om schadelijke vrije radicalen te neutraliseren.

² Vorming van het immuunsysteem.

onderzoeken is de effectiviteit gebleken van Oregano extracten tegen *Clostridium perfringens* aan. Ook heeft het een positief effect op het bestrijden van *Coccidiose* en *E. Coli* bacteriën.

Oregano gaat groei van bacteriën tegen. Oregano (olie) heeft een licht antibacteriële werking (remming groei van Colibacteriën) en kan bij een milde diarree gebruikt worden. Oregano-olie bevat de werkzame stoffen carvacrol en thymol, waarvan bekend is dat ze een antimicrobiële en anti-oxidatieve werking hebben.

De anti-oxidatieve werking wordt voornamelijk veroorzaakt doordat hydrofobe bestanddelen van etherische oliën het buitenmembraan van bijvoorbeeld *E. Coli* bacteriën kunnen binnendringen en dus van binnenuit (vaak in combinatie met een zuur) de pathogenen kunnen inactiveren. Dit zou leiden tot een vermindering van pathogene bacteriën in het maagdarmkanaal (Thacker, 2013; Zeng, Zhang, Wang, & Piao, 2015)

Verbeterde weerstand door antioxidantwerking en immuun modulatie:

De antioxidantwerking van fytogene stoffen is toe te schrijven aan de fenolgroep (-OH). Hierdoor zijn fytogenen in staat om vrije radicalen weg te vangen. *In vivo* is antioxidantwerking onder andere aangetoond met thymol en carvacrol, rozemarijn extract en extracten van peper en paprika (Windisch et al., 2008). Ook heeft Oregano een immuun modulerend effect. Hiermee wordt de 'alertheid' van het immuunsysteem bedoeld. Dit betekent dus dat het dier sneller en positiever reageert op infecties.

Stimuleert de productie en afgifte van verteringsenzymen:

Uit onderzoek is gebleken dat etherische oliën de productie van verteringsenzymen en de verbetering van het verteringsstelsel bevordert. Deze verbetering in het verteringsstelsel kan gedeeltelijk worden verklaard door een verhoogde afscheiding van speeksel, gal en een verhoogde enzymactiviteit (Zeng et al., 2015). Doordat er meer speeksel wordt geproduceerd is de productie van verteringsenzymen ook hoger. De eerste vertering wordt door speeksel al in gang gezet.

Beter functioneren van enterocyten:

Gezien het effect van diverse fytogenen op de antioxidantstatus, microflora en het immuunsysteem is het aannemelijk dat ook de darmwand hierdoor positief wordt beïnvloed. De darmvlokken bestaan uit darmcellen (zogenaamde enterocyten). Deze worden positief beïnvloed door oregano.

2.3.2 MCFA's:

Vetzuren die 6 – 10 C-atomen bevatten vallen in de groep van MCFA's. Het is bekend dat MCFA's goed verteerbaar zijn voor dieren. MCFA's beschikken over verschillende werkingsmechanismen waarbij de focus ligt op:

- 1) Antibacteriële werking
- 2) Darmontwikkeling
- 3) Voeropname
- 4) Opname van nutriënten
- 5) Werking van het maagdarmkanaal

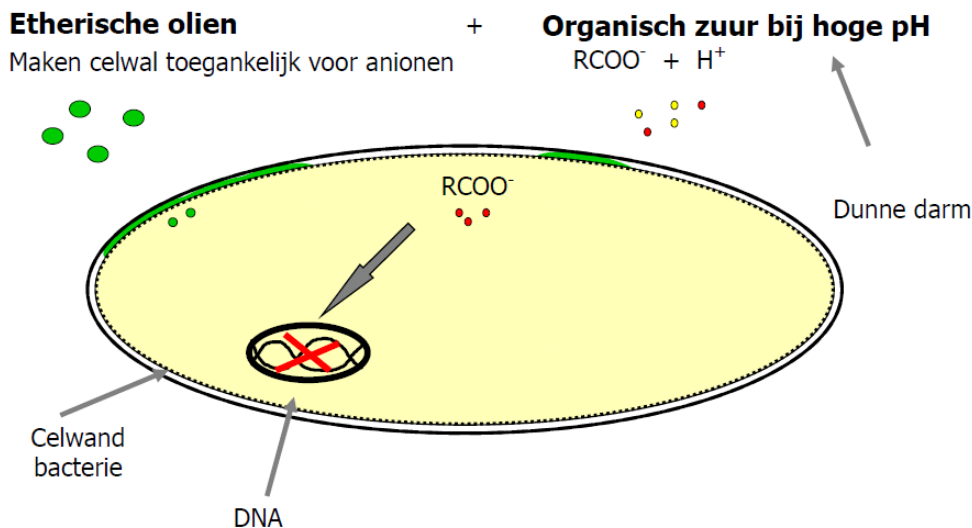
Van MCFA's kan gezegd worden dat ze twee belangrijke positieve eigenschappen bezitten namelijk, een antibacteriële werking en daarnaast dienen ze als energiebron voor de darmwandcellen.

Medium Chain Fatty Acids (MCFA's) worden al enige tijd gebruikt als toevoegingsmiddel in varkensvoerders. Van deze vetzuren is vastgesteld dat ze antimicrobieel werken tegen *Salmonella* en *E. Coli*. Uit onderzoek is gebleken dat door het toevoegen van een mengsel van caprylzuur en capronzuur aan varkensvoeding de prestaties van jonge biggen en de verteerbaarheid van grondstoffen aanzienlijk is verbeterd (Thacker, 2013). Uit onderzoek van Costa et al., (2013) blijkt dat het gebruik van mierenzuur, citroenzuur en sorbinezuur de beste resultaten geven in varkensprestaties.

Doordat zouten van MCFA's wat stabiel zijn en er daardoor gemakkelijker mee is te werken worden deze veel gebruikt in de diervoeding. Ook deze zouten werken antibacterieel wanneer het zuur anion met een proton reageert en als zuur fungeert. Vooral Ca-zouten worden in de veevoeding veel gebruikt (bijvoorbeeld Ca-formiaat). Deze Ca-zouten hebben tot wel 20% betere calcium beschikbaarheid ten opzichte van krijt. Op deze manier kan krijt (welke een hoge buffercapaciteit heeft) bijna helemaal achterwege gelaten worden in voeders voor jonge dieren, hetwelk bij biggen bijdraagt aan een betere darmgezondheid.

Over het algemeen kan gesteld worden dat zuren met een lage pKa-waarde (een kwantitatieve maat voor de sterkte van een zuur) aanzurend werken; dit is van belang bij jonge dieren die in de maag nog niet voldoende zuur produceren. Wanneer de pH van de maag boven de 4 komt, valt de eerste barrière tegen potentiële ziekteverwekkers al weg. Voor deze diercategorieën (met name biggen) is het dan ook van belang om beperkt grondstoffen met een hoge buffercapaciteit (een maat die iets zegt over hoe goed een zuur werkt, hoe hoger de buffercapaciteit hoe meer zuur er nodig is om een effect te bereiken) in te zetten. Denk hierbij aan bijvoorbeeld krijt, vismeel, sommige weipoeders en soja. Zuren met een hogere pKa hebben een minder aanzurend effect maar wel een antibacteriële werking in de bacteriecel door verstoring van het DNA en biochemische processen. De ongedissocieerde zuren (in deze staat heeft het zuur nog geen H⁺ molecuul afgegeven aan de omgeving) dringen door celmembranen van pathogene bacteriën en acteren daar als volgt:

- 1) Beschadigen celmembraan bacteriën
- 2) Remmen van de eiwitsynthese in de bacteriecel
- 3) Beschadigen DNA structuur
- 4) Verstoren enzym functioneren
- 5) Verhogen ATP verbruik in de bacteriecel



Figuur 4. Werking organische zuren i.c.m. etherische oliën.

Zoals in figuur 4 is te zien maken etherische oliën de celwand toegankelijk voor het zuur. Zodra het celmembraan doorbroken is kan het zuur in de bacteriecel zijn werk doen en het DNA van deze cel verstoren waardoor de cel afsterft.

Antibacteriële werking:

De antibacteriële werking van MCFA's kan vergeleken worden met die van SCFA's. Als gevolg van de lage pH in de maag komen de vetzuren in ongedissocieerde vorm voor en worden ze door de bacteriewand opgenomen. Door de neutrale pH in de bacterie dissocieert het molecuul en heeft het een dodende werking, doordat het de pH verlaagt.

Darmontwikkeling:

Uit verschillende onderzoeken blijkt dat MCFA's, net als SCFA's (zie bladzijde 20) en etherische oliën een positief effect hebben op de ontwikkeling van de darmflora. Onderzoek van Lai, Yen, Lin, & Chiang (2014) wijst uit dat het verstrekken van 4,8 % middellange-keten-triacylglycerolen³ de darmflora duidelijk verbetert en een hogere voerefficiëntie bij jonge varkens bewerkstelligt.

Dat het verstrekken van MCFA's goed zou zijn voor de darmontwikkeling bewijst ook het onderzoek van Zentek et al., (2013). Hierbij is onderzoek gedaan naar de resultaten van het gebruik van middellange keten vetzuren en organische zuren. Er zijn vier groepen gemaakt. Een controlebehandeling, een behandeling met organische zuren (fumaarzuur en melkzuur), een behandeling met MCFA's (caprylzuur en caprinezuur) en een behandeling met een mix van beide producten. Gebaseerd op de waarnemingen van dit onderzoek kan gesteld worden dat zowel het gebruik van organische zuren als MCFA's goed kunnen zijn voor de gezondheid van jonge dieren na het spenen. Dit onderzoek liet echter geen duidelijk resultaat zien op het gebied van technische resultaten.

Voeropname en opname van nutriënten:

Uit een onderzoek welke is uitgevoerd door Chwen, Foo, Thanh, & Choe (2013) is gebleken dat

³ MCT is glycerol waaraan drie vetzuren (triglycerolen) vastzitten. Het valt onder de MCFA's.

het verstrekken van MCT (Medium Chain Triacylglycerol, middellange keten triglyceriden) een positieve invloed heeft op de opname van nutriënten en resulteert in een hogere groei. De conclusie uit dit onderzoek is dat biggen die MCT toegediend kregen een hogere groei bereikten. Ook de darmvlokken van de biggen uit de MCT-behandeling waren groter waardoor dus aangenomen mag worden dat de opname van nutriënten beter is waardoor de hogere groei deels verklaard kan worden.

Mede door dit onderzoek kan weer terug verwezen worden naar de twee belangrijkste positieve eigenschappen van MCFA's. Namelijk de antibacteriële werking en de functie als energiebron voor darmwandcellen.

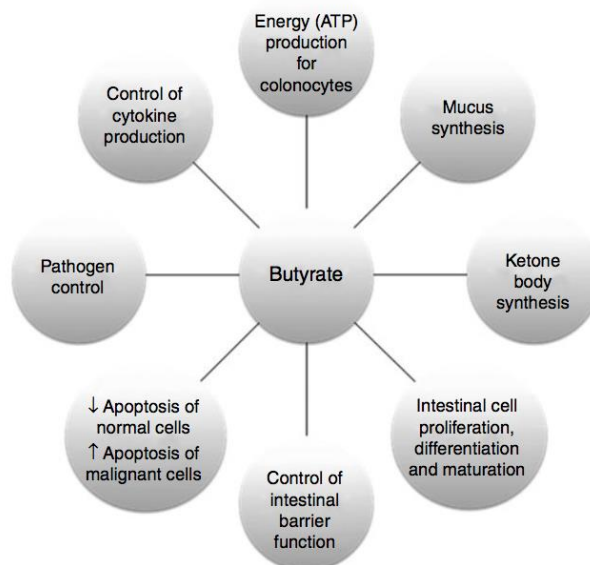
2.3.3 SCFA's:

SCFA's worden in de volksmond ook vaak organische zuren genoemd. Dit zijn korte keten vetzuren. Doordat in de praktijk boterzuur/ butyraat een veel gebruikt en effectief organisch zuur is zal in dit hoofdstuk vooral daarop ingezoomd worden. Deze eigenschappen en werkingsmechanismen kunnen echter ook voor een groot deel overgenomen worden wat betreft andere organische zuren zoals capronzuur, propionzuur, sorbinezuur en citroenzuur. De belangrijkste overeenkomst tussen al deze zuren is dat ze allen antibacterieel werken. De manier waarop deze producten werken kan echter wel verschillen.

Zoals eerder aangegeven is kunnen de eigenschappen van organische zuren en middellange keten vetzuren grotendeels met elkaar vergeleken worden. De belangrijkste eigenschappen van SCFA's zijn:

- 1) Antibacteriële werking, hogere weerstand
- 2) Snellere groei
- 3) Verhoogde voerefficiëntie, vooral in eerste periode na het spenen

Daarnaast zijn nog meerdere secundaire voordelen bekend bij het gebruik van SCFA's. Dat wil zeggen: minder verdampte ammoniak (zure regen), en minder stikstof- en fosfaatproductie. (Mroz, 2005)

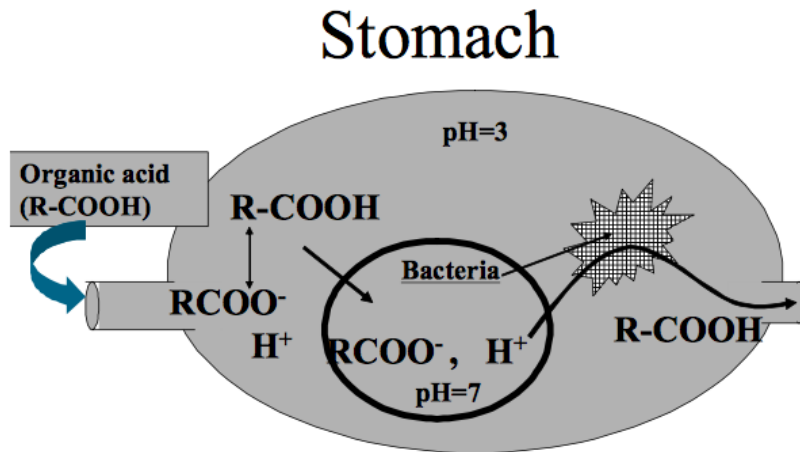


Figuur 5. Meerdere functies butyraat in de darm (Guilloteau et al., 2010)

Antibacteriële werking:

Als jonge biggen gespeend worden van hun moeder ervaren de dieren vaak een sterk verminderde weerstand en zijn ze extra kwetsbaar voor infecties en ziektes. Dit is vooral rondom de speendip een groot probleem. In het verleden werd dit probleem aangepakt door antibiotica te verstrekken, maar doordat dit niet meer toegepast mag worden kan er tegenwoordig een weerstand opgebouwd worden met behulp van additieven. Organische zuren hebben een aanzurend effect in het dier waardoor er een goede barrière ontstaat voor pathogenen. Het ontstekingsremmend effect van Ca-butyraat is aangetoond in *in vitro* onderzoek

van KU Leuven. Ook ander onderzoek van Leeson, Namkung, Antongiovanni, & Lee (2005) wijst uit dat boterzuur een ontstekingsremmend effect heeft op darmniveau. Daarbij moet wel gelijk de opmerking gemaakt worden dat er ook onderzoek met LPS besmette biggen (LPS is een component van bacteriecelwanden welke een aangeboren respons opwekt) bekend is van Weber & Kerr (2008) waaruit geen ontstekingsremmend effect bleek.



Figuur 6. De antimicrobiële werking van SCFA's in de maag van varkens. (Mroz, 2005)

Zoals in figuur 6 te zien is beschrijft Mroz (2005) in zijn document de werking van organische zuren in de maag. Hierop is te zien dat het zuur (vaak in combinatie met een etherische olie) de bacteriecel binnendringt, daar dissocieert en vervolgens het DNA van deze cel aantast, waarna deze afsterft en het lichaam verlaat. Van bijvoorbeeld Ca-butyraat is bekend dat het een antibacteriële werking heeft in jonge dieren. Dit komt mede doordat de niet-gedissocieerde vorm sterk lipofiel (lost goed op in oliën en vetten) is en daardoor makkelijker door celmembranen dingt dan hydrofiele stoffen (lost goed op in water). Het is bekend dat mede hierdoor butyraat antibacterieel werkt tegen *Salmonella*, *Brachyspira* en *Clostridium perfringens*. Deze werking van SCFA's is te vergelijken met de werking van MCFA's.

Onderzoek van Fang, Sun, Wu, Niu, & Feng (2014) heeft aangetoond dat gespeende biggen die natriumbutyraat toegediend kregen duidelijk minder diarree kregen in de onderzoeksperiode t.o.v. de biggen in de controlegroep. Ook kan natriumbutyraat de immuun functie van biggen bevorderen, hetwelk is aangetoond in dit onderzoek door een verhoogde concentratie van IgG (Immunoglobine G) en IgA (Immunoglobine A) in de darm. Zowel IgG als IgA zijn typische antistoffen die een barrière opwerpen voor bacteriën. Mede door deze resultaten in dit onderzoek kan gesteld worden dat het toedienen van butyraat een duidelijk antibacterieel effect heeft en zodoende stress rondom het spenen kan verminderen.

Snellere groei:

Dat butyraat een snellere groei veroorzaakt is duidelijk geworden in het verleden. Door middel van verschillende onderzoeken is naar voren gekomen dat het toevoegen van butyraat aan varkensvoerders een verbetering van de dagelijkse groei kan veroorzaken. Dit is bijvoorbeeld aangetoond in een onderzoek, uitgevoerd door Lu, Su, & Ajuwon, (2012). In dit onderzoek ging het niet specifiek over gespeende biggen, maar over zeugen en jonge biggen. Zo werden de drachtige zeugen gevoerd met Na- butyraat om te zien of de pasgeboren biggen daar profijt van zouden hebben. Ook de pasgeboren biggen kregen butyraat toegediend tot aan het moment van

spenen. T.o.v. de controlegroep was de dagelijkse groei van de biggen die butyraat gekregen hadden met 13% verhoogd. Ook het lichaamsgewicht van de biggen die butyraat gekregen hadden was bij 12 weken al 15% hoger dan de controlegroep. Ook onderzoek van Piva et al., (2002) laat een soortgelijk resultaat zien. In dit onderzoek is gekeken of de toevoeging van Na-butyraat de groeirespons bij biggen kan vergemakkelijken. Uit dit onderzoek bleek dat de groep biggen die Na-butyraat toegediend kreeg na twee weken een hogere dagelijkse groei had (ADG + 20%) en een hogere voeropname (DFI + 16%) t.o.v. de controlegroep. Echter in de daaropvolgende periode verkleinde deze voorsprong aanzienlijk. Opmerkelijk is zelfs dat de dagelijkse voeropname steeg maar de groei niet en daarom verlaagde de voerefficiëntie. Uit dit onderzoek zou de conclusie getrokken kunnen worden dat het toedienen van organische zuren vooral effectief is in de eerste twee weken na het spenen. Dus vooral in de belangrijke periode waarin de biggen overgaan van melk naar vast voer is het toedienen van organische zuren effectief en vermindert daardoor de stress tijdens het spenen. Onderzoek van Boas et al., (2016) laat echter een veel minder duidelijk beeld zien in een onderzoek naar de toevoeging van Na-butyraat. Boas et al., (2016) gaf in zijn rapport aan dat het gebruik van Na-butyraat niet aangeraden wordt. Belangrijk om te vermelden is dat het in dit onderzoek vooral ging om goed verteerbare diëten voor biggen. Gezien de hoge kosten van organische zuren was het advies om geen organische zuren toe te passen in veilige biggenvoerders aangezien het effect minimaal is.

Darmontwikkeling:

Als biggen gespeend worden treedt altijd de zogenaamde 'speendip' op. Tijdens deze speendip worden de darmvlokken sterk verkleind of zelfs afgebroken. Het automatische gevolg van dit gegeven is dat de nutriënten die een dier binnen krijgt minder goed geabsorbeerd kunnen worden. Hierdoor ontstaat vervolgens een mindere weerstand en een automatisch een mindere groei. Vandaar dat het woord 'dip' vaak wordt gebruikt. Door SCFA's te gebruiken in de speenperiode worden darmvlokken sterk gestimuleerd en groeien deze harder. Het gevolg hiervan is dat nutriënten beter kunnen worden geabsorbeerd.

Boterzuur is een belangrijke energiebron van enterocyten (darmcellen) voor de opname van o.a. electrolyten. Om de nutriënten voldoende te kunnen opnemen dienen enterocyten zich voortdurend te vernieuwen. Dit proces heeft een energiebron nodig. Boterzuur is daarvan een belangrijk onderdeel. Het resultaat is een verbeterd absorptievermogen van de darmen voor o.a. mineralen.

Daarnaast is er onderzoek bekend van Claus, Günthner, & Letzguß (2007) waarin bij biggen die gevoerd zijn met butyraat een verhoogde enzymactiviteit in de darm gemeten wordt, en een verhoogde concentratie van sucrase in de maagbrij. Daarmee verbetert butyraat de spijsvertering en opnamecapaciteit.

2.4 EXTERN ONDERZOEK

In deze paragraaf wordt heel specifiek ingegaan op de technische resultaten van gespeende biggen. Dit betekent dat er niet specifiek gekeken zal worden naar alle eigenschappen van de producten en de gezondheidsaspecten die deze producten kunnen verbeteren. Er zal puur gekeken worden naar de mogelijkheden om de technische resultaten bij gespeende biggen te verbeteren. Hierbij moet echter wel vermeld worden dat volgens Windisch et al., (2008) aangenomen kan worden dat een verbetering van de technische resultaten door fytogenen vooral voortvloeit uit een verbeterde voederhygiëne. Daarom moet de antibacteriële werking van fytogene producten niet worden onderschat. De technische resultaten hangen hier namelijk mee samen.

Het is van belang om het gezondheidsaspect en het technische aspect van fytogene producten niet los te zien maar als een samenhangend verschijnsel. Verbetering van de technische resultaten bij varkens in het algemeen, maar ook zeker bij gespeende biggen, kunnen vaak tot stand komen door een goede darmgezondheid en een verbetering van het milieu in het spijsverteringskanaal. Hoe dit gebeurd is terug te lezen in hoofdstuk 2.3 'Werkingmechanisme'. Door een stabiele darmgezondheid zijn dieren minder gevoelig voor toxines en pathogenen.

Windisch et al., (2008) gaat in zijn rapport vooral in op het gebruik en de functionaliteit van fytogene producten als voeradditief. In zijn review worden verschillende producten als vervanger van antibiotica in veevoer tegen het licht gehouden, waaronder etherische oliën. Uit deze review blijkt dat het gebruik van etherische oliën in varkensvoerders geen overtuigende resultaten geven. Er bestaan zowel onderzoeken die verbeteringen van technische resultaten laten zien als onderzoeken die minder goede resultaten laten zien. Inmiddels worden etherische oliën regelmatig gebruikt in varkensvoerders en is men redelijk overtuigd van de positieve eigenschappen. In onderstaande tabel 2 uit een onderzoek van Li et al., (2012) is te zien dat het gebruik van etherische oliën wel degelijk een effect heeft op de resultaten van gespeende biggen.

Tabel 2. Effecten van etherische oliën op de resultaten van gespeende biggen, nutriënt verteerbaarheid en fecale consistentie (SEM = Standaarddeviatie)

Items	Control	Antibiotic ¹	Essential oil	SEM
Performance				
Weight gain, g/d	442 ^a	505 ^b	493 ^b	15
Feed intake, g/d	783	846	789	24
Feed conversion	1.79	1.67	1.62	0.06
Fecal consistency	1.53 ^a	1.22 ^b	1.30 ^b	0.06
Nutrient digestibility				
Dry matter	84.33 ^a	87.03 ^b	86.92 ^b	0.65
Crude protein	76.51 ^a	83.53 ^b	81.34 ^b	1.25

Deze prestaties lijken tot stand gekomen te zijn door een verbeterde vertering van eiwit en drogestof als gevolg van een beter ontwikkelde darm. Daarnaast is in hetzelfde onderzoek te zien dat de weerstand is verbeterd door de antioxidant capaciteit.

Synergistisch effect etherische oliën met vetzuren:

Allereerst is het van belang dat in dit hoofdstuk het synergistisch effect van etherische oliën en vetzuren behandeld wordt. Dat wil zeggen dat deze productgroepen elkaar versterken. Dit is uit meerdere onderzoeken gebleken waaronder uit een onderzoek van Han, Hwang, & Thacker (2011) waarin verschillende producten en combinaties met elkaar zijn vergeleken bij jonge biggen.

Tabel 3. Effecten van antibiotica, zinkoxide en eucalyptus-MCFA op de prestaties van jonge biggen (SEM = standaarddeviatie, P = significantie)

Items	Control	Antibiotics ¹	ZnO (1,500 ppm)	ZnO (2,500 ppm)	Eucalyptus-MCFA	SEM	P
Weight gain, g/d	243 ^a	315 ^b	298 ^b	308 ^b	310 ^b	13.6	<0.01
Feed intake, g/d	361 ^a	431 ^b	426 ^b	429 ^b	448 ^b	18.1	<0.01
Feed conversion	1.53	1.41	1.44	1.41	1.46	0.05	0.35

In dit onderzoek is een combinatie gemaakt van eucalyptus, wat een fytogene stof is, en MCFA's. Deze combinatie laat zien dat door essentiële oliën en zuren bij elkaar te voegen een synergistisch effect bereikt kan worden. Dit is terug te zien aan de resultaten uit tabel 3 welke op een gelijkwaardig niveau zitten als de groep met antibiotica of zinkoxide. In het vervolg van het rapport is terug te vinden dat deze goede resultaten terug te voeren zijn op een verbeterde nutriënt verteerbaarheid.

Vetzuren:

Door Chwen et al., (2013) is een onderzoek uitgevoerd waarbij gekeken is of het toedienen van MCT (Medium Chain Triacylglycerol) invloed had op de groeieresultaten bij biggen die nog niet gespeend waren. Deze biggen zullen dus als ze gespeend worden een zekere voorsprong hebben t.o.v. andere dieren. In dit onderzoek zijn 150 biggen gebruikt. De biggen zijn in drie onderzoeksgroepen gedeeld, 50 dieren per groep. Eén groep was ingedeeld als controlegroep, een andere groep werd gevoerd met MCT i.c.m. melk, de laatste groep kreeg MCT verstrekt zonder melk. De resultaten die uit dit onderzoek komen zijn positief te noemen. Allereerst valt uit deze resultaten op dat de groei van de MCT-groepen hoger ligt dan die van de controlegroep. Zowel in de groep van MCT met melk als in de groep van MCT zonder melk is dit het geval. De voordelen voor gewichtstoename waren echter wel duidelijker bij biggen die gevoerd waren met MCT i.c.m. moedermelk. Ook waren de darmvlokken van MCT-biggen groter dan in de controlegroep. Een mogelijke verklaring voor de resultaten in dit onderzoek kan gezocht worden in het feit dat de biggen behandeld met MCT een hogere concentratie MCFA's en vetzuren in MCT. Meer vetzuren betekent meer energie voor de darmvlokken waardoor deze beter ontwikkelen. Dit betekent automatisch een betere absorptie van nutriënten. Soortgelijk onderzoek van Lai et al., (2014) laat een vergelijkbaar beeld zien. Ook hier is onderzoek gedaan naar de toediening van MCT. In dit onderzoek werden 96 biggen verdeeld over vier groepen. Elke groep kreeg een bepaald percentage MCT i.c.m. sojabonenolie toegediend. De resultaten van dit onderzoek zijn vergelijkbaar met het onderzoek uitgevoerd door Chwen et al., (2013). Concluderend schrijft Lai et al., (2014) in zijn rapport dat de toediening van 4,8% middellange keten triacylglycerolen een duidelijke aanpassing aan de darmflora teweegbrengt en een duidelijke verbetering van de voerbenutting en efficiëntie laat zien.

In het onderzoek dat Lu et al., (2012) heeft uitgevoerd naar het toedienen van butyraat aan biggen en zeugen wordt aangetoond dat het toedienen van butyraat duidelijk verbeterende resultaten geeft. Zoals al is aangegeven in deelvraag 2 is in dit onderzoek Na-butyraat verstrekt aan drachtige zeugen en pasgeboren biggen. T.o.v. de controlegroep heeft de butyraatbehandeling duidelijke voorsprongen geboekt in dit onderzoek (13% hogere ADG, 15% hogere BW). Eenzelfde beeld wordt geschetst door het onderzoek uitgevoerd door Piva et al., (2002). Ook dit onderzoek is al behandeld in deelvraag 2. Hieruit bleek dat de toediening van Na-butyraat na twee weken al een hogere dagelijkse groei (+20%) en een hogere voeropname (+16%) veroorzaakte t.o.v. de controlegroep. Na de eerste twee weken nam deze voorsprong t.o.v. de controlegroep echter wel langzaam af. Uit deze onderzoeken kunnen we opmaken dat ook het toedienen van butyraat en SCFA's een verbeterende werking heeft in jonge biggen en zodoende bijdraagt aan betere technische resultaten. Het gebruik van organische zuren en MCFA's geven duidelijk de beste resultaten in de periode waarin de dieren worden gespeend en dus een flinke speedip ervaren. Organische zuren en MCFA's zijn dus van groot belang voor een vloeiende overgang tijdens het spenen. Kortom, de meest kwetsbare periode voor biggen.

Wisselend beeld:

in bovenstaande informatie is een positief beeld geschetst van de gedane onderzoeken uit het recente verleden. Er is echter ook informatie beschikbaar die een minder positief beeld laat zien over etherische oliën en/of zuren. In een onderzoek van Trevisi et al., (2007) kwam naar voren dat het toevoegen van 1% thymol aan een rantsoen geen verbeterde prestaties in de technische resultaten gaf. Costa et al., (2013) zegt in het rapport dat verminderde prestaties verschillende oorzaken kunnen hebben. Zo is het plantmateriaal wat gebruikt wordt voor het maken van fytogene stoffen niet altijd van dezelfde kwaliteit en ook worden verschillende methodes gebruikt om het product te concentreren. Daarnaast is het systeem van administratie niet altijd hetzelfde waardoor er verschillende uitkomsten uit onderzoeken kunnen komen. In het rapport van Zeng et al., (2015) wordt ingegaan op diëten met fytogene producten met carvacrol, thymol en tannines als belangrijkste bestanddelen. Ook in dit rapport blijkt dat de resultaten op het gebied van vertering niet erg positief zijn. Gesuggereerd wordt dat dit komt door beschadigingen aan de darm door gestimuleerde afscheiding van slijm. Dit wordt veroorzaakt door de plantenextracten.

Onderzoek van Boas et al., (2016) laat een soortgelijk beeld zien. In dit onderzoek waren de resultaten op technisch gebied dusdanig matig dat geadviseerd werd om in soortgelijke omstandigheden als in het onderzoek geen verzuurders aan het rantsoen toe te voegen gezien de hoge prijs van dit soort producten. Hier moet wel bij vermeld worden dat de resultaten die in dit onderzoek gehaald werden redelijk werden beïnvloed door het soort rantsoen van de dieren. Hier is onderzocht wat de functie van verzuurders is als het rantsoen goed verteerbaar is, een 'veilig' rantsoen dus. Deze functie blijkt matig en dus wordt het gebruik van verzuurders vooral aangeraden bij voeders waar een moeilijkere verteerbaarheid in zit.

Vanuit de praktijk is daarnaast bekend dat de sterke geur van verschillende additieven en producten een sterke invloed kan hebben met de voeropname van biggen. Als de dieren op een bepaald moment geconfronteerd worden met de sterke geur van zuren of etherische oliën in het voer is de kans zeer groot dat de dieren minder voer opnemen, door de sterk prikkelende geur.

3 PRAKTIJKONDERZOEK

In dit hoofdstuk zullen de resultaten van het praktijkonderzoek beschreven worden. Deze resultaten zullen gebruikt worden om een antwoordt op deelvraag 4 te formuleren.

3.2 MATERIAAL EN METHODE

Materiaal:

Voor het beschrijven van de materiaal en methode van dit praktijkonderzoek is vooral gekeken naar de aanpak en uitvoering van het onderzoek. Hierbij is gebruik gemaakt van het rapport dat in opdracht van Twilmij B.v. is opgesteld voor de afstudeerstage. Tijdens dit onderzoek zijn er drie verschillende voeradditieven getest op gespeende biggen. Twee van deze producten zullen ook in dit rapport meegenomen worden.

Een praktijkproef is in opdracht van Twilmij opgezet met 4 behandelingen. Deze werden toegepast op totaal 360 biggen (Topigs 20 x German Pietrain). De gemiddelde leeftijd was 29 dagen en het gemiddelde opleggewicht was 7,7 kg. Er zijn 36 hokken gebruikt verdeeld over 2 afdelingen. Bij deze proef zijn de borgen en gelten gemengd opgelegd.

Proefopzet:

Het onderzoek is uitgevoerd bij gespeende biggen. Deze biggen zijn vooraf geselecteerd door Twilmij B.v. in combinatie met de student die het onderzoek heeft uitgevoerd. De geselecteerde dieren werden in vier gelijkmatige groepen verdeeld, drie proefgroepen en een controlegroep. Om de biggen uit het onderzoek onder te brengen is gekozen voor twee identieke afdelingen van 18 hokken. In totaal werden er dus 36 hokken voor het onderzoek gebruikt. De hokken bestonden uit een betonnen roostervloer en een licht verhoogde betonvloer.

De dieren zijn vooraf gewogen om zo het begingewicht vast te kunnen stellen. Nadat dit gebeurd was is in overleg tussen student en stagbegeleider een indeling vastgesteld waarbij de standaardafwijking per hok zo laag mogelijk was. Dit betekent dat de groepen zo uniform mogelijk zijn. Hieronder is een overzicht te vinden van de startgewichten. Elke gewichtsklasse bevat vier hokken. Deze staan voor de vier proefgroepen (inclusief de controlegroep).

Tabel 4. Indeling proefdieren in hokken i.c.m. lichaamsgewicht

Hok	LG (kg)		
9,14,31,36	5,73	± 0,3	Licht
37,8,15,30	6,43	± 0,15	
<u>29,38,7,16</u>	<u>6,81</u>	<u>± 0,10</u>	
17,28,39,6	7,13	± 0,10	Midden
5,18,27,40	7,53	± 0,14	
<u>41,4,19,26</u>	<u>8,01</u>	<u>± 0,17</u>	
25,42,3,20	8,45	± 0,11	Zwaar
21,24,43,2	9,00	± 0,20	
1,22,23,44	9,82	± 0,33	

Behandelingen:

Tijdens de praktijkproef werden de volgende behandelingen vergeleken:

Groep 1 was de controlegroep. Deze proefgroep kreeg het standaardvoer zonder toegevoegde additieven. In de resultaten wordt deze behandeling vermeld als 'CON'.

Groep 2 was de butyraat-behandeling. Deze groep dieren kreeg het controlevoer waar het voeradditief met butyraat aan toegevoegd was. Dit is een voeradditief welke bestaat uit oregano extract i.c.m. butyraat. In de resultaten wordt deze behandeling vermeld als 'BUT'.

Groep 3 was de MCFA-groep. Deze groep kreeg weer hetzelfde controlevoer als de controlegroep maar dit keer was er het voeradditief met MCFA's aan toegevoegd. Dit is een voeradditief welke bestaat uit oregano extract i.c.m. MCFA's. Dit zijn middellange keten vetzuren, ook wel organische zuren genoemd. In de resultaten wordt deze behandeling vermeld als 'MCFA'.

Drinkwatervoorziening en voeding:

De drinkwatervoorziening werd automatisch gestuurd. Aan het drinkwater is gedurende proef niets toegevoegd. Het drinkwater werd verstrekt door middel van drinknippels.

De biggen die ingedeeld waren in het onderzoek werden dagelijks met de hand gevoerd. In de hokken waren bakken aanwezig die gevuld konden worden zodat de dieren minimaal voor een dag genoeg hadden. Dit betekende dat in de praktijk elke kilo voer die in de voerbak ging gewogen moest worden zodat later kengetallen zoals voerconversie berekend konden worden. Hiervoor was een weegschaal aanwezig die het nauwkeurige gewicht woog waarna dit werd geregistreerd.

Het voer voor de proef werd door twee leveranciers verzorgd. De speenkorrel is gemaakt door ABZ Diervoeding uit Nijkerk. De babybiggenkorrel is gemaakt door Brons Voorthuizen.

Bij de opstart van de proef heeft elk hok 1 liter Liprovit en 5 kg prestartkorrel toegediend gekregen.

Methode:

De resultaten die tijdens het onderzoek zijn geboekt zijn het gevolg van veel meetwerk tijdens het onderzoek. Zo zijn tijdens het onderzoek een aantal weegmomenten geweest waarop elk dier individueel werd gewogen. Door middel van meerdere weegmomenten toe te passen kon achteraf de groei uitgerekend worden. Ook werd het voer dat gevoerd werd gewogen voordat het verstrekt werd. Zo is tot op de kilo nauwkeurig bijgehouden hoeveel voer elk hok heeft gehad. Door middel van het gewicht en de gevoerde kilo's te registreren konden achteraf verschillende parameters zoals voerconversie, voer efficiëntie, dagelijkse groei en voeropname worden uitgerekend. Deze parameters zijn na het onderzoek op de computer uitgerekend. Ook zijn deze parameters door middel van SPSS getest op significantie.

3.3 RESULTATEN

In de proef zijn verschillende parameters gebruikt om de resultaten te bekijken. Deze parameters zijn bekend in de sector en worden vaker voor onderzoeken gebruikt. In de tabellen die gemaakt zijn van de resultaten van deze praktijkproef is een overzicht te zien met op de horizontale as de verschillende behandelingen. CON = controlegroep, BUT = Butyraatgroep, MCFA = MCFAgroep en de P staat voor de significantie. Op de verticale as zijn de verschillende

technische resultaten weergegeven die later uit de proefresultaten zijn berekend of gescoord. In de verschillende tabellen zijn veel parameters vermeld die niet significant gemeten zijn. Dit is belangrijk om mee te nemen in de beoordeling van de resultaten. Over de significante resultaten kan een zinnig woord gezegd worden, over de andere resultaten niet.

Tabel 5. Totale overzicht dierprestaties en kosten per behandeling (dag 0-41).^a

	CON (89)	BUT (85)	MCFA (89)	P*
LG ₄₁ , kg ^b	21,4 ± 3,45	21,6 ± 3,84	21,6 ± 3,65	0,589
VO ₀₋₄₁ , g/d/d ^c	515 ± 20	514 ± 25	507 ± 23	0,982
VVG ₀₋₄₁ , g/d/d ^d	138	135	129	
DG ₀₋₄₁ , g/d/d ^e	335	340	341	0,833
VC ₀₋₄₁ , kg:kg ^f	1,54	1,51	1,49	0,033
VE ₀₋₄₁ , kg:kg ^g	2,44	2,51	2,65	
€/ kg groei ₀₋₄₁	€0,49	€0,50	€0,49	0,014

a Tussen haakjes het aantal aanwezig dieren per behandeling aan eind van de proef

b Lichaamsgewicht op 41 dagen

c Voeropname van dag 0 tot 41d Voer voor groei in gram per dier per dag

eDagelijkse groei van dag 0 tot 41

f Voederconversie van dag 0 tot 41

g Voer efficiëntie: kg groei per kg voer benut voor groei. Berekend volgens de nieuwe CVB

formule * Significant bij P<0,05

In tabel 5 zijn de totale dierprestaties weergegeven van alle behandelingen zonder dat deze verder verdeeld zijn in groepen (de hoofdeffecten). Het hoogste lichaamsgewicht wordt in deze tabel genoteerd voor de butyraat-behandeling en de MCFA-behandeling. Dit verschil is in de babybigperiode gemaakt aangezien bij de tussenmeting de controle behandeling het hoogst noteerde. Hierbij moet wel de opmerking gemaakt worden dat de standaarddeviatie binnen de behandelingen voor deze twee wel het grootst zijn (namelijk 3,84 en 3,65). De totale voeropname per dag is het hoogst voor de controle behandeling, en ook is de standaarddeviatie in die behandeling het laagst. Zowel de dagelijkse groei, de voederconversie als de kosten per kilogram groei scoort daarna het gunstigst voor de MCFA-behandeling. Het verschil met de butyraat-behandeling is echter nihil. In tabel 3 zijn alleen de voerconversie en de kosten per kilogram groei significant te noemen. De MCFA-behandeling maakt een significant verschil in de voerconversie en de controle-behandeling en de MCFA-behandeling maken een significant verschil in de kosten per kilogram groei. De andere numerieke verschillen moeten dus niet te zwaar worden gewogen aangezien deze verschillen niet significant zijn.

De totale resultaten kunnen opgedeeld worden in twee periodes. De speenperiode en de babybigperiode. Tijdens deze twee periodes worden twee verschillende voeders gevoerd, daardoor zijn ook de resultaten opgesplitst.

Tabel 6. Overzicht dierprestaties en kosten per behandeling in de speen periode (dag 0-16).^a

Speen	CON(90)	BUT(89,5)	MCFA(90)	P
LG ₁₆ , kg ^b	11,4 ± 2,03	11,2 ± 2,05	11,2 ± 1,82	0,201
VO ₀₋₁₆ , g/d/d ^c	289,2 ± 37	278,0 ± 48	272,4 ± 31	0,675
DG ₀₋₁₆ , g/d/d ^d	234	218	219	0,242
VC ₀₋₁₆ , kg:kg ^e	1,25	1,28	1,26	0,272
€/ kg groei ₀₋₁₆	€0,43	€0,47	€0,44	0,100

a Tussen haakjes het aantal aanwezig dieren per behandeling op dag 16 van de proef

b Lichaamsgewicht op 16 dagen

c Voeropname van dag 0 tot 16

dDagelijkse groei van dag 0 tot 16

e Voederconversie van dag 0 tot 16

* Significant bij P<0,05

In tabel 6 zijn de resultaten van de speenperiode weergegeven. Het valt hierbij gelijk op dat de controle behandeling in deze periode op alle parameters de beste resultaten heeft. Belangrijk is

wel om hierbij te vermelden dat geen één van de gemeten parameters significant is, dus kan het verschil niet per definitie aan het product (of het ontbreken daaraan) worden opgehangen.

Tabel 7. Overzicht dierprestaties en kosten per behandeling in de babybigperiode (dag 16-41).^a

Babybig	CON(89,8)	BUT(86,2)	MCFA(88,8)	P
LG ₄₁ , kg ^b	21,4 ± 3,45	21,6 ± 3,84	21,6 ± 3,65	0,614
VO ₁₆₋₄₁ , g/d/d ^c	660 ± 14,4	671 ± 17,9	659 ± 19,3	0,973
DG ₁₆₋₄₁ , g/d/d ^d	400	419	419	0,730
VC ₁₆₋₄₁ , kg:kg ^e	1,65	1,60	1,58	0,113
€/ kg groei ₁₆₋₄₁	€0,52	€0,52	€0,51	0,314

a Tussen haakjes het aantal aanwezig dieren per behandeling aan eind van de proef

b Lichaamsgewicht op 41 dagen

c Voeropname van dag 16 tot 41

dDagelijkse groei van dag 16 tot 41

e Voederconversie van dag 16 tot 41

* Significant bij P<0,05

De tweede periode is de babybigperiode, deze is weergegeven in tabel 7. Dit is het tweede en grootste gedeelte van de proef waarin de biggen ander voer verstrekt krijgen dan in de speenperiode. In deze periode liggen de verhoudingen in de resultaten wat anders. Wat opvalt, is dat zowel de butyraat-behandeling als de MCFA-behandeling het goed hebben gedaan in deze periode. Overigens zijn de verschillen tussen de twee behandelingen niet groot. De verschillen met de controle behandeling zijn echter duidelijk te zien, vooral op het gebied van dagelijkse groei en de voerconversie. Deze behandelingen hebben dus een flinke inhaalslag gemaakt. Ook hierbij moet vermeld worden dat de gemeten resultaten niet significant zijn en daarom mag er niet veel waarde aan gehecht worden aan deze resultaten.

Tabel 8. Overzicht dierprestaties en kosten per behandeling in de lichtste gewichtsklasse. ^a

Licht	CON(30)	BUT(27)	MCFA(29)	P*
LG ₄₁ , kg ^b	18,7±2,68	18,7±2,80	18,7±2,89	0,793
VO ₀₋₄₁ , g/d/d ^c	469±22	458±36	446±5	0,184
VVG ₀₋₄₁ , g/d/d ^d	123	112	100	
DG ₀₋₄₁ , g/d/d ^e	303	301	302	0,756
VC ₀₋₄₁ , kg:kg ^f	1,55	1,52	1,48	0,255
VE ₀₋₄₁ , kg:kg ^g	2,46	2,68	3,01	
€/ kg groei ₀₋₄₁	€0,49	€0,51	€0,48	0,408

a Tussen haakjes het aantal aanwezige dieren per behandeling aan het eind van de proef

b Lichaamsgewicht op 41 dagen

c Voeropname van dag 0 tot 41

d Voer voor groei in g/d/d van 0 tot 41 dagen

e Dagelijkse groei van dag 0 tot 41

f Voederconversie van dag 0 tot 41

g Voer efficiëntie: kg groei per kg voer benut

voor groei. Berekend volgens de nieuwe CVB formule

*Significant bij P<0,05

In tabel 8 is een resultaatoverzicht van de lichtste gewichtsklasse (in de proefopzet is deze verdeling te zien) weergegeven. Wat hierin opvalt is dat de resultaten wederom niet significant te noemen zijn. Het is te zien dat de MCFA-behandeling het goed heeft gedaan ten opzichte van de andere behandelingen. Bij de voerconversie en de kosten per kilogram groei is een verschil te zien in het voordeel van de MCFA-behandeling, ook deze resultaten zijn echter niet significant. Op het gebied van voerconversie laten zowel de controle als de butyraat-behandeling het afweten.

Tabel 9. Overzicht dierprestaties en kosten per behandeling in de middelste gewichtsklasse.^a

Midden	CON(29)	BUT(30)	MCFA(30)	P*
LG ₄₁ , kg ^b	21,4±2,42	21,5±2,58	21,9±2,43	0,039
VO ₀₋₄₁ , g/d/d ^c	515±45	512±17	524±44	0,445
VVG ₀₋₄₁ , g/d/d ^d	138	135	143	
DG ₀₋₄₁ , g/d/d ^e	337	341	350	0,029
VC ₀₋₄₁ , kg:kg ^f	1,53	1,50	1,49	0,202
VE ₀₋₄₁ , kg:kg ^g	2,45	2,53	2,45	
€/ kg groei ₀₋₄₁	€0,50	€0,49	€0,49	0,028

a Tussen haakjes het aantal aanwezige dieren per behandeling aan het eind van de proef

b Lichaamsgewicht op 41 dagen

c Voeropname van dag 0 tot 41

d Voer voor groei in g/d/d van 0 tot 41 dagen

e Dagelijkse groei van dag 0 tot 41

f Voederconversie van dag 0 tot 41

g Voer efficiëntie: kg groei per kg voer benut voor

groei. Berekend volgens de nieuwe CVB formule *Significant bij P<0,05

In bovenstaande tabel 9 zijn de resultaten van de middelste gewichtsklasse weergegeven. Hierin is duidelijk een positief resultaat te zien voor de MCFA-behandeling. Ook bij deze gewichtsklasse is het verschil met de butyraat-behandeling nihil. Wat daarnaast ook opvalt is dat in deze tabel verschillende parameters significant zijn. Te zien is bijvoorbeeld dat de MCFA-behandeling een significant hoger lichaamsgewicht heeft dan de controle- en de butyraatbehandeling. Ook de dagelijkse groei is significant hoger voor deze behandeling en de kosten per kilogram groei zijn significant lager, hoewel op een gelijk niveau met de butyraat-behandeling.

Tabel 10. Overzicht dierprestaties en kosten per behandeling in de zwaarste gewichtsklasse.^a

Zwaar	CON(30)	BUT(28)	MCFA(29)	P*
LG ₄₁ , kg ^b	24,1±2,80	24,6±3,52	24,2±3,52	0,828
VO ₀₋₄₁ , g/d/d ^c	561±23	571±44	550±12	0,896
VVG ₀₋₄₁ , g/d/d ^d	152	158	140	
DG ₀₋₄₁ , g/d/d ^e	366	378	369	0,771
VC ₀₋₄₁ , kg:kg ^f	1,53	1,51	1,49	0,761
VE ₀₋₄₁ , kg:kg ^g	2,40	2,40	2,64	
€/ kg groei ₀₋₄₁	€0,49	€0,52	€0,50	0,035

a Tussen haakjes het aantal aanwezige dieren per behandeling aan het eind van de proef

b Lichaamsgewicht op 41 dagen

c Voeropname van dag 0 tot 41

d Voer voor groei in g/d/d van 0 tot 41 dagen

e Dagelijkse groei van dag 0 tot 41

f Voederconversie van dag 0 tot 41

g Voer efficiëntie: kg groei per kg voer benut voor

groei. Berekend volgens de nieuwe CVB formule *Significant bij P<0,05

In tabel 10 zijn de resultaten per behandeling weergegeven voor de zwaarste gewichtsklasse. De butyraat-behandeling heeft het hoogste eindgewicht, de hoogste voeropname per dag en de hoogste dagelijkse groei in deze klasse, hoewel niet significant. De laagste voerconversie werd gevonden voor de MCFA-behandeling en de laagste kosten per kilogram groei door de controle behandeling. Opvallend is dat alleen de kosten per kilogram groei significant gemeten is in het voordeel van de controle-behandeling.

Tijdens de praktijkproef zijn ook de uitval en de medicijnbehandelingen bijgehouden. Deze zijn als volgt verdeeld. Uitval: 1 x controle-behandeling, 5 x butyraat-behandeling en 1 x MCFA-behandeling.

Medicijnbehandelingen: 4 x controle-behandeling, 15 x butyraat-behandeling en 9 x MCFA-behandeling. Deze getallen zijn bijgehouden om later een vergelijking te kunnen maken in het medicijngebruik en uitvalspercentage tussen de verschillende groepen. Zo zou een eventueel verschil in gezondheid en weerstand aangetoond kunnen worden. Deze resultaten zijn echter niet gebruikt in dit rapport.

4 DISCUSSIE

Literatuur:

Met het literatuuronderzoek is onderzocht wat de verschillende effecten zijn van Oregano, SCFA's en MCFA's op de technische resultaten van gespeende biggen. Hierbij is gekeken naar verschillende onderwerpen zoals darmgezondheid, algehele gezondheid en technische resultaten. De hoofdvraag is vooral toegespitst op de technische resultaten bij gespeende biggen. Tijdens het literatuuronderzoek is echter duidelijk naar voren gekomen dat technische resultaten en darmgezondheid erg nauw met elkaar zijn verbonden. In een optimaal milieu kan het ene niet zonder het ander. In dit hoofdstuk zullen de uitkomsten van onderzoeken tegenover elkaar worden gezet en er zal gekeken worden naar de discussiepunten van het praktijkonderzoek van Twilmij.

Van zowel oregano als vetzuren is bekend dat er onderzoeken zijn die verschillende kanten op wijzen. In hoofdstuk 2 zijn verschillende onderzoeken behandeld die een positief resultaat gaven qua technische resultaten. Terwijl er ook onderzoeken bekend zijn die een iets minder positief beeld laten zien, wat niet gelijk wil zeggen dat het product negatieve resultaten geeft. Zo zijn er onderzoeken bekend die duidelijk laten zien dat het toevoegen van etherische oliën of plantenextracten en vetzuren een positief effect hebben op de technische resultaten van varkens. Denk hierbij aan onderzoek hetwelk is uitgevoerd door Li et al., (2012) en het rapport van Windisch et al., (2008). Deze rapporten laten een duidelijk positief beeld zien van het gebruik van plantenextracten of etherische oliën in varkensvoerders, waarbij ervan uitgegaan wordt dat dit te maken heeft met een verbetering van de darmgezondheid en nutriëntverteerbaarheid.

Daarnaast zijn er ook nog onderzoeken bekend die een minder positief beeld laten zien van de technische resultaten wanneer er etherische oliën worden toegediend. In rapporten van Trevisi et al., (2007) en Costa et al., (2013). In het onderzoek van Trevisi et al., (2007) is onderzoek gedaan naar het toedienen van 1% thymol aan biggen. Hierbij moet vermeld worden dat dit een erg hoog percentage is welke niet de adviesdosering is. Volgens Costa et al., (2013) zijn de verschillende uitkomsten van onderzoeken ook te wijten aan het feit dat er erg veel verschil zit in de kwaliteit van plantmaterialen, de selectie van plantextracten, de concentratiemethode en verschillende administratie methodes. Kortom, er zijn nog steeds de nodige kanttekeningen te plaatsen bij deze negatieve uitkomsten van onderzoeken. In het rapport van Zeng et al., (2015) wordt ingegaan op diëten met fytogene producten met carvacrol, thymol en tannines als belangrijkste bestanddelen. Ook in dit rapport blijkt dat de resultaten op het gebied van vertering niet erg positief zijn. Gesuggereerd wordt dat dit komt door beschadigingen aan de darm door gestimuleerde afscheiding van slijm. Dit wordt veroorzaakt door de plantenextracten.

Ook het onderzoek van Boas et al., (2016) laat een soortgelijk beeld zien. In dit onderzoek waren de resultaten op technisch gebied dusdanig matig dat geadviseerd werd om in soortgelijke omstandigheden geen verzuurders aan het rantsoen toe te voegen gezien de hoge prijs van dit soort producten. Hier moet wel bij vermeld worden dat de resultaten die in dit onderzoek gehaald werden redelijk goed werden beïnvloed door het soort rantsoen van de dieren. Hier is onderzocht wat de functie van verzuurders is als het rantsoen goed verteerbaar is, een 'veilig' rantsoen dus. Deze functie blijkt matig en dus wordt het gebruik van verzuurders vooral aangeraden bij voeders waar een moeilijkere verteerbaarheid in zit.

Onder andere uit onderzoek van Lu et al., (2012) is al gebleken dat het voeren van additieven aan drachtige zeugen en pasgeboren biggen erg effectief kan zijn. Uit de resultaten van dit onderzoek kan de conclusie getrokken worden dat het toedienen van butyraat aan zeugen en pasgeboren biggen bijdraagt aan een verbeterde groei en een hoger lichaamsgewicht. Het is dus aan te raden om de zeugen ook het additief te voeren om zodoende een voorsprong te creëren voor de gespeende biggen. In het praktijkonderzoek van Twilmij is dit echter niet gebeurd wat ook een verklaring kan zijn voor de resultaten die beduidend minder onderscheidend zijn. Door het additief te voeren in de prestartkorrel raken de biggen sneller gewend aan het product. Van zowel oregano extract als van sommige zuren is bekend dat het product een sterke geur afgeeft. Deze sterke 'kruidige' geur kan door de dieren duidelijk opgemerkt worden in het eindvoer. Als de biggen niet aan deze geur zijn gewend en ze krijgen ineens speenvoer met additief welke een sterke geur bevat dan kan het zijn dat de dieren aan de geur moeten wennen en zodoende minder voer opnemen, wat niet de bedoeling is. Ook onderzoeken van Chwen et al., (2013) en Lai et al., (2014) laten zien dat het toedienen van MCFA's uit 4,8% MCT een zeer positief resultaat geeft als het gaat over technische resultaten zoals voerbenutting en efficiëntie. Ook deze onderzoeken werden uitgevoerd bij pasgeboren en gespeende biggen wat laat zien dat de eerste fase van een big uiterst belangrijk is om het dier een goede start te geven.

Echter net als bij plantenextracten laat Costa et al., (2013) zien dat ook bij organische zuren de resultaten verschillend zijn. Ook in dit geval kan dat komen doordat de methodologie in onderzoeken sterk verschilt. Hierbij kunnen verschillende factoren onderscheidend zijn. Denk hierbij aan de concentratie van het zuur, het type, en de combinaties van zuren zijn erg bepalend voor de technische resultaten die de dieren laten zien.

Praktijkproef:

De resultaten van een praktijkonderzoek kunnen tijdens het onderzoek altijd zijn beïnvloed door externe factoren waar geen invloed op uitgeoefend kan worden. Zo zijn er ook in deze proef een aantal punten die het waard zijn om te bespreken zodat de resultaten beoordeeld kunnen worden met deze factoren in het achterhoofd. Deze discussiepunten binnen het praktijkonderzoek zullen hieronder worden besproken.

In hoofdstuk 3 zijn de resultaten van de praktijkproef behandeld en enigszins toegelicht. Er zal in deze discussie gekeken worden naar de validiteit van het onderzoek en daarnaast zullen enkele verklaringen gezocht worden voor de resultaten van het onderzoek. Het verschil tussen de controlegroep en de additieven was minder groot en duidelijk dan van tevoren verwacht werd. Zoals in hoofdstuk 3 is terug te vinden hebben de behandelingen met de additieven op verschillende onderdelen wel degelijk een verschil gemaakt t.o.v. de controlegroep. De behandeling met MCFA's komt als beste uit de test, op de voet gevolgd door de behandeling van oregano met butyraat, hoewel een flink aantal parameters niet significant zijn. Het gemiddelde eindgewicht is voor zowel de MCFA-behandeling als de butyraat-behandeling numeriek hoger t.o.v. de controlegroep. Een mogelijke oorzaak hiervoor is een verbeterde voerconversie, welke tijdens de gehele proef significant lager was voor de MCFA-behandeling. Een voor de hand liggend argument voor het feit dat de resultaten niet erg veel verschillen van elkaar is het feit dat het ruw eiwit percentage in de speenvoeders laag was. Deze voeders zijn als eerste na het speenmoment verstrekt en zijn zodanig veilig geformuleerd (162 gram ruw eiwit) dat de voeradditieven minder onderscheidend waren. In de resultaten is dan ook te zien dat de controlegroep het net zo goed of nog beter doet dan de twee behandelingen met additieven. In het babybiggenvoeder is een hoger ruw eiwit percentage inbegrepen (178 gram ruw eiwit). In

deze periode is ook gelijk te zien dat de resultaten van zowel de MCFA-behandeling als de butyraat-behandeling de controlegroep inhaalt. Hierdoor eindigen deze twee behandelingen aan het eind van het onderzoek qua eindgewicht en dagelijkse groei net iets boven de controlegroep. Over het algemeen kan gesteld worden dat de speenvoeders te veilig en goed zijn geformuleerd t.o.v. de babybiggenvoeders. Er is dus geconstateerd dat als de speenvoeders minder veilig geformuleerd waren, dus met een hoger ruw eiwit percentage, de additieven nog meer onderscheidend waren geweest.

Speenleeftijd:

De biggen die in de praktijkproef zijn gebruikt zijn gespeend op 29 dagen met een gemiddeld speengewicht van 7,66 kilogram. Dit is niet een gebruikelijke speenleeftijd in de varkenshouderij. Deze biggen zijn vanzelfsprekend forser en robuuster dan biggen van 21 dagen. Het is de vraag of het additief dat extra veiligheid in het voer moet brengen dan maximaal effectief is. Lichtere biggen hebben een mindere weerstand als zware biggen. De speenleeftijd zou dus mede als oorzaak van de resultaten aangedragen kunnen worden.

Additief niet in prestarter gevoerd:

Van Oregano extract is vanuit de literatuur en de praktijk bekend dat het een sterke geur afgeeft. Deze 'kruidige' geur kan ook in kleine concentraties duidelijk opgemerkt worden in een eindvoer. Hierdoor is het mogelijk dat dieren die het product ineens toegediend krijgen er een periode aan moeten wennen. In het geval van deze praktijkproef zouden we hier de mindere opname en groei van respectievelijk de butyraat- en de MCFA-behandeling aan kunnen toeschrijven. In de speenperiode hebben deze behandelingen mindere getallen laten zien ten opzichte van de controlegroep. De controle had een groei van 234 g/d/d; de butyraat-behandeling had een groei van 218 g/d/d en de MCFA-behandeling had een groei van 219 g/d/d. En ook de eindgewichten waren hoger voor de controlegroep: respectievelijk 11,4; 11,2; 11,2; 10,8.

5 CONCLUSIE

De hoofdvraag van dit literatuuronderzoek luidde als volgt: *‘Wat is het effect van oregano, SCFA’s en MCFA’s op de technische resultaten van gespeende biggen?’*. Om deze hoofdvraag te beantwoorden zijn er verschillende deelvragen opgesteld die de hoofdvraag en het onderwerp enigszins verduidelijken. Deze deelvragen zijn in hoofdstuk 2 beantwoord. Aan de hand van deze deelvragen zal in deze conclusie een antwoord op de hoofdvraag geformuleerd worden aan de hand van een aantal punten.

- Zowel van oregano, SCFA’s als MCFA’s kan gezegd worden dat er twee grote speerpunten zijn. Namelijk de verbetering van technische resultaten door een verbeterde darmgezondheid. En een antibacteriële werking door de bestrijding van pathogenen. Hierdoor hebben de dieren een betere barrière werking en een verbeterde weerstand.
- Vanuit zowel de theorie als de praktijk mag aangenomen worden dat etherische oliën en MCFA’s/ organische zuren een synergistisch effect hebben op biggen. In hoofdstuk 2 is dit verder uitgewerkt. De etherische oliën tasten het celmembraan aan waardoor het zuur de cel binnen kan dringen en daar het DNA kan verstoren zodat de bacterieel afsterft.
- Het is zeer belangrijk om etherische oliën, MCFA’s en SCFA’s te verstrekken volgens de opgestelde adviesdoseringen. Wanneer er een andere methode in het onderzoek wordt toegepast kan dit leiden tot een verminderd onderscheidend vermogen van het product. Bijvoorbeeld bij het verstrekken van 1% thymol (hoge dosering) wordt de darm aangetast. Deze kwestie is ook beschreven in de discussie.
- Vanuit praktijkonderzoek is bewezen dat het belangrijk is om biggen te laten wennen aan de indringende smaak en geur van etherische oliën en verzuurders. Het is dus erg belangrijk dat er vroeg begonnen wordt met het toedienen van etherische oliën of verzuurders en niet pas tijdens het speenmoment. Hierbij loont het vaak ook om de drachtige zeugen het product al toe te dienen zodat de pasgeboren biggen al een voorsprong hebben.
- Tijdens de praktijkproef is het bewezen dat oregano, butyraat en MCFA’s een mindere werking hebben als het voer ‘veilig’ is geformuleerd, dus als de darm niet zwaar wordt belast. Vaak is dit het geval als er weinig ruw eiwit of bepaalde goed verteerbare grondstoffen wordt gevoerd. Daarmee kan aangenomen worden dat etherische oliën en verzuurders een duidelijk onderscheidende werking hebben, mits de omstandigheden niet perfect zijn.
- In de praktijkproef zijn geen duidelijk onderscheidende resultaten gehaald met de verstrekte additieven. Verschillende verklaringen hiervoor zijn in de discussie uitgewerkt waarvan de belangrijkste waarschijnlijk was dat het speenvoer duidelijk te ‘veilig’ geformuleerd was.

Nadat de deelvragen geanalyseerd zijn en deze conclusies uit de verschillende deelvragen zijn getrokken kan een duidelijk antwoord op de hoofdvraag worden geformuleerd namelijk:

‘Oregano, MCFA’s en SCFA’s kunnen in suboptimale omstandigheden onderscheidend zijn voor de technische resultaten van gespeende biggen. Echter in optimale omstandigheden hebben deze producten weinig tot geen effect’.

6 BIBLIOGRAFIE

Wetenschappelijke bronnen:

- Boas, A. D. C. V., Budiño, F. E. L., T. Neto, M. A., Schmidt, A., Dadalt, J. C., Monferdini, R. P., . . . Pizzolante, C. C. (2016). Organic acids in diets of weaned piglets: Performance, digestibility and economical viability. *Arquivo Brasileiro De Medicina Veterinária e Zootecnia*, 68(4), 1015-1022. doi:10.1590/1678-4162-8501
- Bruno, D. G., Martins, S. M. M. K., Parazzi, L. J., Afonso, E. R., Del Santo, T. A., Teixeira, S. D. M. N., ... & Moretti, A. D. S. A. (2013). Phytogenic feed additives in piglets challenged with *Salmonella Typhimurium*. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 42(2), 137-143.
- Chwen, L. T., Foo, H. L., Thanh, N. T., & Choe, D. W. (2013). Growth performance, plasma fatty acids, villous height and crypt depth of preweaning piglets fed with medium chain triacylglycerol. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 26(5), 700-704. doi:10.5713/ajas.2012.12561
- Claus, R., Günthner, D., & Letzguß, H. (2007). Effects of feeding fat-coated butyrate on mucosal morphology and function in the small intestine of the pig. *Journal of animal physiology and animal nutrition*, 91(7-8), 312-318.
- Costa, L. B., Luciano, F. B., Miyada, V. S., & Gois, F. D. (2013). Herbal extracts and organic acids as natural feed additives in pig diets. *South African Journal of Animal Science*, 43(2), 00-00.
- Fang, C. L., Sun, H., Wu, J., Niu, H. H., & Feng, J. (2014). Effects of sodium butyrate on growth performance, haematological and immunological characteristics of weanling piglets. *Journal of animal physiology and animal nutrition*, 98(4), 680-685.
- Guilloteau, P., Martin, L., Eeckhaut, V., Ducatelle, R., Zabielski, R., & Van Immerseel, F. (2010). From the gut to the peripheral tissues: the multiple effects of butyrate. *Nutrition research reviews*, 23(02), 366-384.
- Han, Y. K., Hwang, I. H., & Thacker, P. A. (2011). Use of a micro-encapsulated eucalyptus-medium chain fatty acid product as an alternative to zinc oxide and antibiotics for weaned pigs. *Journal of Swine Health and Production*, 19(1), 34-43.
- Lai, W., Yen, H., Lin, C., & Chiang, S. (2014). The effects of dietary medium-chain triacylglycerols on growth performance and intestinal microflora in young pigs. *Journal of Animal and Feed Sciences*, 23(4), 331-336. doi:10.22358/jafs/65669/2014
- Leeson, S., Namkung, H., Antongiovanni, M., & Lee, E. H. (2005). Effect of butyric acid on the performance and carcass yield of broiler chickens. *Poultry science*, 84(9), 1418-1422.
- Li, P., Piao, X., Ru, Y., Han, X., Xue, L., & Zhang, H. (2012). Effects of adding essential oil to the diet of weaned pigs on performance, nutrient utilization, immune response and intestinal health. *Asian-Australasian journal of animal sciences*, 25(11), 1617-1626.

- Lu, H., Su, S., & Ajuwon, K. M. (2012). Butyrate supplementation to gestating sows and piglets induces muscle and adipose tissue oxidative genes and improves growth performance. *Journal of Animal Science*, 90 Suppl 4(Supplement 4), 430-432. doi:10.2527/jas.53817
- Manzanilla, E. G., Perez, J. F., Martin, M., Kamel, C., Baucells, F., & Gasa, J. (2004). Effect of plant extracts and formic acid on the intestinal equilibrium of early-weaned pigs. *Journal of Animal Science*, 82(11), 3210. doi:10.2527/2004.82113210x
- Mroz, Z. (2005). Organic acids as potential alternatives to antibiotic growth promoters for pigs. *Advances in Pork Production*, 16, 169-182.
- Piva, A., Morlacchini, M., Casadei, G., Gatta, P. P., Biagi, G., & Prandini, A. (2002). Sodium butyrate improves growth performance of weaned piglets during the first period after weaning. *Italian Journal of Animal Science*, 1(1), 35-41.
- Thacker, P. A. (2013). Alternatives to antibiotics as growth promoters for use in swine production: a review. *Journal of animal science and biotechnology*, 4(1), 35.
- Trevi, P., Merialdi, G., Mazzoni, M., Casini, L., Tittarelli, C., De Filippi, S., ... & Bosi, P. (2007). Effect of dietary addition of thymol on growth, salivary and gastric function, immune response, and excretion of *Salmonella enterica* serovar Typhimurium, in weaning pigs challenged with this microbe strain. *Italian Journal of Animal Science*, 6(sup1), 374-376.
- Weber, T. E., & Kerr, B. J. (2008;2007;). Effect of sodium butyrate on growth performance and response to lipopolysaccharide in weanling pigs. *Journal of Animal Science*, 86(2), 442-450. doi:10.2527/jas.2007-0499
- Windisch, W., Schedle, K., Plitzner, C., & Kroismayr, A. (2008). Use of phytogetic products as feed additives for swine and poultry. *Journal of animal science*, 86(14_suppl), E140-E148.
- Zeng, Z., Zhang, S., Wang, H., & Piao, X. (2015). Essential oil and aromatic plants as feed additives in non-ruminant nutrition: a review. *Journal of animal science and biotechnology*, 6(1), 7.
- Zentek, J., Ferrara, F., Pieper, R., Tedin, L., Meyer, W., & Vahjen, W. (2013). Effects of dietary combinations of organic acids and medium chain fatty acids on the gastrointestinal microbial ecology and bacterial metabolites in the digestive tract of weaning piglets. *Journal of Animal Science*, 91(7), 3200-3210. doi:10.2527/jas.2012-5673

Niet-wetenschappelijke bronnen:

- Berrie Klein Swormink (2009). Resultaten vleesvarkens verbeteren niet. Geraadpleegd op 11 december 2016, <http://www.pigbusiness.nl/nieuws/191/resultaten-vleesvarkens-verbeteren-niet>
- Eiwitvertering bij varkens (z.j.). Geraadpleegd op 12 december 2016, <https://www.abzdiervoeding.nl/varkens/eiwitvertering-bij-varkens/>

Kristel Kort (2010). Effect vetzuren in varkensvoer nog niet bewezen. Geraadpleegd op 11 december 2016, <http://edepot.wur.nl/162995>

SDa autoriteit diergeneesmiddelen (2015). Het gebruik van antibiotica bij landbouwhuisdieren in 2015. Geraadpleegd op 11 december 2016, van <http://www.autoriteitdiergeneesmiddelen.nl/Userfiles/AB%20gebruik%202015/def-sda-rapportage-antibioticumgebruik-2015.pdf>

Stevens, R., (2013, december) Darmgezondheid, nog veel vragen. Geraadpleegd op 12 december 2016, van <https://documents.schothorst.nl/nl/downloads/download/5146?type=download>

Varkenshouderij (z.j.), geraadpleegd op 10 januari 2017, van <https://nl.wikipedia.org/wiki/Varkenshouderij>

Veldkamp M. (2016, 27 januari). Hoe groeit een big? Hoe groeit S.Suis? Geraadpleegd op 15 november 2016, via Denkavit NL