



# Mogelijke risico's nieuwe emissie-reducerende producten voor herkauwers

M. Groot en A. van der Aa



**WAGENINGEN**  
UNIVERSITY & RESEARCH



---

# Mogelijke risico's nieuwe emissie-reducerende producten voor herkauwers

M. Groot en A. van der Aa

Dit onderzoek is uitgevoerd door Wageningen Food Safety Research, instituut binnen de rechtspersoon Stichting Wageningen Research en gesubsidieerd door het ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, (projectnummer WOT-02-004-041).

Wageningen, juli 2021

---

WFSR-rapport 2021.007

---

Groot, M.J., van der Aa, A., 2021. *Mogelijke risico's nieuwe emissie-reducerende producten voor herkauwers*. Wageningen, Wageningen Food Safety Research, WFSR-rapport 2021.007. 44 blz.; 1 fig.; 1 tab.; 52 ref.

Project nummer: 1227259301

BAS-code: WOT-02-004-041

Project titel: Kwaliteit en veiligheid van kruiden/preparaten voor gezondheidsondersteuning van dieren

Project leider: M. Groot

Dit rapport is gratis te downloaden op <https://doi.org/10.18174/548147> of op <http://www.wur.nl/food-safety-research> (onder WFSR publicaties).

© 2021 Wageningen Food Safety Research, instituut binnen de rechtspersoon Stichting Wageningen Research. Hierna te noemen WFSR.

Het is de opdrachtgever toegestaan dit rapport integraal openbaar te maken en ter inzage te geven aan derden. Zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van het WFSR is het niet toegestaan:

- a. *dit door WFSR uitgebrachte rapport gedeeltelijk te publiceren of op andere wijze gedeeltelijk openbaar te maken;*
- b. *dit door WFSR uitgebrachte rapport, c.q. de naam van het rapport of WFSR, geheel of gedeeltelijk te doen gebruiken ten behoeve van het instellen van claims, voor het voeren van gerechtelijke procedures, voor reclame of antireclame en ten behoeve van werving in meer algemene zin;*
- c. *de naam van WFSR te gebruiken in andere zin dan als auteur van dit rapport.*

Postbus 230, 6700 AE Wageningen, T 0317 48 02 56, E [info.wfsr@wur.nl](mailto:info.wfsr@wur.nl), [www.wur.nl/food-safety-research](http://www.wur.nl/food-safety-research). WFSR is onderdeel van Wageningen University & Research.

WFSR aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

WFSR-rapport 2021.007

Verzendlijst:

- P. de Ruyter en E. Maathuis (LNV-PAV)
- L. Oprel (LNV-SKI)
- M. Brobbel, K. van Wissen, D. Hoekstra (LNV-DAD)
- K. Zwaagstra (NVWA)
- KNMvD
- Federatie Nederlandse Diervoederketen: stakeholders

---

# Inhoud

	<b>Samenvatting</b>	<b>5</b>
<b>1</b>	<b>Introductie</b>	<b>9</b>
<b>2</b>	<b>Materiaal en methoden</b>	<b>10</b>
<b>3</b>	<b>Resultaten</b>	<b>11</b>
3.1	Emissie-reducerende producten en strategieën	11
3.1.1	Bovaer	12
3.1.2	Agolin Ruminant/Agolin Ruminant L	12
3.1.3	Bromoform houdend Roodwier	12
3.1.4	Mootral	13
3.1.5	Tannine- en saponine houdende planten	13
3.1.6	Bierdraf en koolzaadschroot	14
3.1.7	Nitraat voor vleesvee	14
3.1.8	Meer mais voeren	15
3.1.9	Vetten	15
3.1.10	Bovicins	15
3.1.11	Vaccinatie	16
3.1.12	Experior	16
3.2	Overige producten met een negatieve impact op dierwelzijn en diergezondheid	17
3.2.1	Katoenzaadmeel	17
3.2.2	Ambrosia in voedermiddelen uit Frankrijk	17
<b>4</b>	<b>Discussie</b>	<b>18</b>
	<b>Literatuur</b>	<b>23</b>
<b>Bijlage 1</b>	<b>Bovaer</b>	<b>27</b>
<b>Bijlage 2</b>	<b>Agolin</b>	<b>28</b>
<b>Bijlage 3</b>	<b>Bromoform-houdend roodwier</b>	<b>32</b>
<b>Bijlage 4</b>	<b>Motraal</b>	<b>35</b>
<b>Bijlage 5</b>	<b>Nitraat</b>	<b>36</b>
<b>Bijlage 6</b>	<b>Meer mais voeren</b>	<b>38</b>
<b>Bijlage 7</b>	<b>Experior</b>	<b>40</b>
<b>Bijlage 8</b>	<b>Kennisfiches en informatie ILVO/Rundveeloket</b>	<b>43</b>

---

# Samenvatting

Het huidige landbouwbeleid is gericht op verduurzaming. Daar hoort ook de vermindering van uitstoot van schadelijke broeikasgassen uit de veehouderij, zoals methaan, bij. Voor dit project is een literatuur en internetstudie uitgevoerd naar diervoeders en voederadditieven, die op de markt zijn of worden ontwikkeld, en die een bijdrage aan de reductie van broeikasgassen (met name methaan) kunnen leveren. Hierbij is met name gekeken naar potentiële risico's voor diergezondheid/dierenwelzijn, voedselveiligheid/volksgezondheid en productverwerkbaarheid. Ook aanpassingen in het voerregime die eventueel een effect op methaanuitstoot kunnen hebben, zijn soms meegenomen. Incidenteel zijn andere voedermiddelen, die geen directe invloed op de uitstoot van methaan, maar wel op de gezondheid van het dier (en mogelijk de mens) hebben, ook kort beschreven. Tevens zijn enkele farmacologische producten voor de reductie van broeikasgassen-waarbij één voor ammoniak- kort omschreven, omdat hierbij de potentie voor illegaal gebruik zou kunnen bestaan.

Tabel 1 bevat een samenvatting van de in dit rapport beschreven middelen.

**Tabel 1**      *Overzicht van middelen en hun mogelijke impact op de vermindering van de enterische uitstoot van methaan bij herkauwers (en één middel wat ammoniak verlaagt)*

Middel	Te verwachten reductie Methaan uitstoot	Potentiële impact diergezondheid/ dierenwelzijn	Potentiële impact product veiligheid/ volksgezondheid	Potentiële impact sensorische eigenschappen product	Marktstatus
<b>Voeradditief</b>					
Bovaer (3-Nitro-oxypropanol)	Kan de methaanemissie met ca. 30% verlagen	NB*	NB	NB	Bijna markt-klaar
Agolin Ruminant/Agolin Ruminant L	Bij een gebruik van langer dan 4 weken wordt een vermindering van de methaanuitstoot van 10% beschreven	Agolin Ruminant: tien keer de aanbevolen hoeveelheid heeft geen invloed op voeropname of diergezondheid. Agolin Ruminant L: Vermindering in voeropname bij een toediening van drie keer de aanbevolen dosering is mogelijk	NB	NB	Verkrijgbaar
<b>(Aanvullend) diervoeder</b>					
Roodwier-Bromoform	2% <i>Asparagopsis taxiformis</i> als organische stof kan een reductie van 79% tot 99% van de methaanproductie geven	Ook in lage doseringen verminderde voeropname, aantasting pensslijmvlies, overdracht bromoform in melk	Overgang bromoform in melk, bromoform kan lever, nier en centraal zenuwstelsel bij de mens aantasten. Uit bekeken literatuur niet inzichtelijk of dit ook via hoeveelheden bromoform in melk mogelijk is	NB	Toegelaten, maar nog niet als product op markt



Middel	Te verwachten reductie Methaan uitstoot	Potentiële impact diergezondheid/ dierenwelzijn	Potentiële impact product veiligheid/ volksgezondheid	Potentiële impact sensorische eigenschappen product	Marktstatus
Motraal (knoflook, citrus aurantium)	Een verlaging van de methaanuitstoot van ca. 23%	Knoflook: veilig in gebruik in gangbare doseringen, anemie bij te hoge doseringen mogelijk. Geen negatieve invloed op gezondheid vermeld in onderzoek Motraal	NB	Knoflook: sensorische beïnvloeding producten (smaak, geur, kleur) mogelijk. Geen beïnvloeding door gebruik Motraal (bedrijfsinformatie).	Bijna markt-klaar
Tannine houdende planten	Variabel (ca. 7%-30%), afhankelijk van plant, dosering, toedieningsvorm	Vanaf doseringen >5.0g/100g DM kunnen potentiële toxische werkingen optreden bijv. aantasting van de slijmvliezen. In de gangbare doseringen is dit niet te verwachten	NB	NB	Verschillende producten, specifieke claim methaan-reductie-herkauwer niet gevonden
Saponine houdende planten	Variabel (ca. 4%-30%), afhankelijk van plant, dosering, toedieningsvorm	Voornamelijk bij zeer hoge doseringen fotosensibilisatie als gevolg van een aantasting van lever en nier, gastro-intestinale symptomen en hemolyse. Mogelijk synergistische werking met mycotoxinen. In gangbare doseringen is dit niet te verwachten	NB	NB	Verschillende producten, specifieke claim methaan-reductie-herkauwer niet gevonden
Bierdrاف en koolzaadschroot (tragere vertering in de pens)	Bierdrاف en koolzaadschroot kan de methaangassen met 13% per liter melk reduceren	NB	NB	NB	Verkrijgbaar
Nitraat/nitriet voor vleesvee	17% bij bepaalde toepassingen	Overdosering of abrupte introductie kan leiden tot nitraatvergiftiging, met vorming van methemoglobine	Mensen worden meestal via een verhoogd gehalte aan nitraat in groentes of water blootgesteld	NB	Nog niet toegelaten voor vleesvee
Meer mais	NB	Koeien die meer dan 50% mais in hun rantsoen krijgen kunnen sneller ziek worden. Verontreiniging met mycotoxinen mogelijk.	Mycotoxinen in melk(producten)	NB	Verkrijgbaar
Vetten	Een tijdelijke variabele verlaging van 4%-12% bij laurinezuur (mengsels) en van 15%-30% bij een rantsoen met lijnzaad	Te veel vetten kunnen voeropname verminderen en ook de lever belasten. De melkgift kan dalen	NB	De samenstelling van de melk (met name vetten/proteïne) kan veranderen	Verkrijgbaar
<b>Farmacologische producten</b>					
Boviciens	Nader onderzoek nodig	Aantasting van de darmintegriteit (bij muizen). Mogelijke vervanger voor antibiotica	NB	NB	Nog niet op markt
Vaccinatie	Nader onderzoek nodig	Nader onderzoek nodig	NB	NB	Nog niet op markt
Exporior (Lubabegron)	Bij vleesvee wordt de ammoniak productie met 14-18% verminderd	Een verhoogde dosering van 100g lubabegron/ton voer DM leidde tot een daling in voeropname, de gewichtstoename bleek echter vergelijkbaar met de controlegroep	Beta-agonisten zijn in de EU niet toegestaan. Risico voor de consument op hart- en respiratoire aandoeningen	Malsheid en taaheid van het vlees werden deels wel beïnvloedt door de dosering	In EU niet toegestaan, Beta-Agonisten via webshops (Alibaba) verkrijgbaar

\*NB: Niet beschreven in de bekeken literatuur



---

Er is veel onderzoek gaande naar mogelijkheden om de uitstoot van broeikasgassen te verminderen.

Er zijn producten voor de reductie van de enterische methaanuitstoot bij herkauwers die – van wat nu is bekend- veilig en werkzaam blijken te zijn (zo goed als) beschikbaar voor de markt (Agolin, Bovaer, Motraal).

Een aantal andere opties zoals bepaalde kruiden of aanpassingen in het voeder regime zijn wel beschikbaar, maar kunnen deels variabelere resultaten opleveren.

Bromoformhoudend roodwier (*Asparagopsis spp.*) reduceert de uitstoot van methaan meer dan de andere producten. Dit kan het aantrekkelijk maken om bromoform houdend roodwier te gebruiken. Dit gaat echter mogelijk ten koste van de diergezondheid, en in een recente dierproef is overdracht naar de melk aangetoond. Dieren die hiermee werden gevoerd hadden een verminderde voeropname en bij enkele experimenten zijn laesies in de penswand waargenomen. Hiervoor is de aanbeveling voor een risicobeoordeling al naar LNV en de NVWA gecommuniceerd (maart 2020).

De toelating van de beta-agonist Lubabegron in de VS om de uitstoot van ammoniak te verminderen zou een eventueel risico kunnen vormen voor de illegaal gebruik van beta-agonisten in Nederland.

In het algemeen blijken vanuit het perspectief van diergezondheid/dierenwelzijn, veiligheid van de consument en verwerkbaarheid van het product – van wat er nu bekend is - de risico's beheersbaar te zijn met name bij natuurlijke stoffen die al langdurig worden gebruikt binnen de veevoerindustrie. Echter kan ook worden gesteld dat een mogelijke negatieve impact op diergezondheid/dierenwelzijn, productveiligheid/volksgezondheid en de productverwerkbaarheid in onderzoeken vaak niet expliciet wordt vermeld. Hierdoor kunnen mogelijk verbonden risico's minder goed worden beoordeeld.

Mogelijke gezondheidsrisico's van natuurlijke stoffen wiens inzet nieuw is (bijv. bromoform houdend roodwier) vragen om zorgvuldig te worden gemonitord. Dit is ook van toepassing van stoffen met een bekend risico (bijv. mycotoxinen in mais).

#### **Aanbevelingen:**

- Nader onderzoek naar de persisterende werking, naar combinaties van middelen en/of maatregelen voor potentiële risico's voor zowel diergezondheid, dierenwelzijn, productveiligheid/volksgezondheid en productverwerkbaarheid.
- Nader onderzoek naar in de melk uitgescheiden stoffen met name voor "nieuwe" stoffen en stoffen met een bekend risicoprofiel.
- Bij nieuwe voedermiddelen een risicobeoordeling naar effecten op diergezondheid/dierenwelzijn en productveiligheid/volksgezondheid. Daarbij kan rekening worden gehouden met zowel potentieel negatieve als ook positieve invloeden. Concreet is dit voor bromoform houdend roodwier wenselijk (is al eerder aanbevolen).
- Monitoring naar de potentiële inzet van illegale stoffen zoals beta-agonisten voor reductie van ammoniak. Het is aan te raden om dit via bijv. internet te blijven monitoren – zeker als er meer directe eisen komen om de uitstoot van ammoniak te verminderen.



---

# 1 Introductie

Het huidige beleid van LNV is gericht op kringlopen in de landbouw, waarbij voedsel wordt geproduceerd met zo min mogelijk negatieve effecten op natuur, milieu en klimaat. Er wordt uitgegaan van een gezonde bodem als basis voor productie. Doel is minder schadelijke emissies naar bodem, lucht en water en vergroting van de biodiversiteit. (Realisatieplan Visie LNV: Op weg met nieuw perspectief, 17 juni 2019). Het verminderen van de methaanuitstoot door runderen is daarbij een mogelijkheid. Omdat de methaan emissies bij rundvee voornamelijk te maken hebben met enterische methaanemissies (Šebek, Mosquera, & Bannink, 2016) zijn middelen zoals voeder(middelen) en toevoegingsmiddelen die de enterische methaanemissie bij herkauwers kunnen beïnvloeden niet alleen interessant in verband met de reductie van methaan emissies, maar zou de productie hiervan- afhankelijk van de daadwerkelijke (maat)regelen- potentieel ook economisch aantrekkelijk kunnen zijn voor producenten.

In 2019 is in opdracht van LNV een briefrapport geschreven over mogelijke risico's van natuurlijke voedermiddelen die de gezondheid van dieren zouden bevorderen. Aanleiding was de fipronil-affaire. Doel was te kijken of aan de hand van onwaarschijnlijke claims risico producten konden worden geïdentificeerd. Dit betrof illegale claims en mogelijk gebruik van verboden middelen. Gezien de politieke ontwikkelingen omtrent de verlaging van methaan uitstoot en de maatschappelijke gevoeligheid van dit onderwerp leek het als voortzetting van boven genoemd rapport nuttig om te kijken welke ontwikkelingen plaatsvinden op het gebied van voedermiddelen en additieven die als doel hebben de enterische methaanemissie bij herkauwers te beïnvloeden.

Ook zouden bij het streven naar emissiereductie, aspecten zoals dierwelzijn en voedselveiligheid/volksgezondheid en productverwerkbaarheid meer aandacht kunnen krijgen.

Dit rapport geeft een kort overzicht van voeder(middelen) en additieven en hun mogelijke effecten op diergezondheid, dierenwelzijn en voedselveiligheid voor zo ver er publiekelijke informatie over beschikbaar is. Ook zijn veranderingen in de voederrantsoenen incidenteel meegenomen, omdat deze ook potentieel negatieve invloeden op zowel de gezondheid en het welzijn van het dier als ook de voedselveiligheid en productverwerkbaarheid zouden kunnen hebben.

Tevens worden een aantal farmacologische mogelijkheden om de emissie te reduceren kort beschreven, omdat hierbij eventueel illegale middelen zouden kunnen worden gebruikt. Dit is echter met de kanttekening dat het hierbij de uitstoot van ammoniak betreft. Andere (nieuwe) diervoeders die niet speciaal zijn ontwikkeld om de uitstoot van methaan bij herkauwers te verminderen maar wel negatieve effecten op dierwelzijn en gezondheid kunnen hebben zijn incidenteel ook meegenomen.

---

## 2 Materiaal en methoden

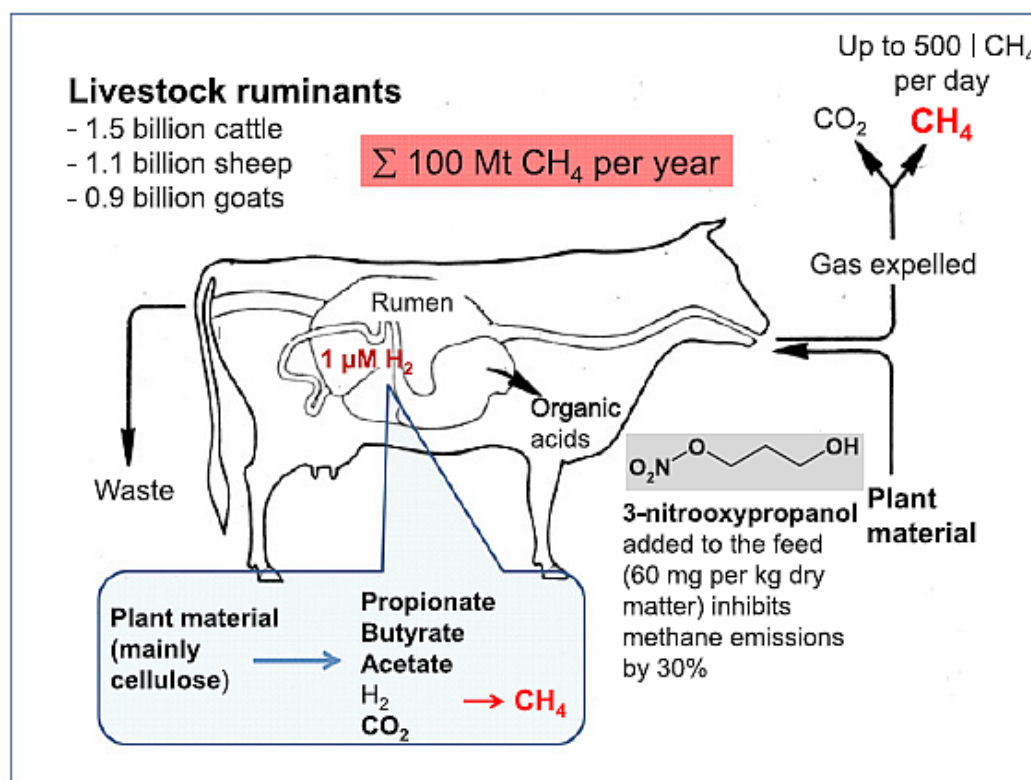
Voor dit onderzoek is uitgegaan van openbare wetenschappelijke literatuur (Google scholar, pubmed), informatie van de voederindustrie zoals brochures, folders of webpagina's, online tijdschriften zoals de Molenaar en All about Feed, gesprekken met onderzoeker Dr.ir. P. Bikker WUR en andere via internet verkrijgbare informatie zoals advertenties. Ook zijn informatiesites voor o.a. boeren/voedermiddelindustrie zoals het "rundveeloket" of "GMP+" geraadpleegd.

Gebruikte zoektermen zijn "methane reduction+feed", "methane reduction+ruminants", "methane reduction +cattle", "emission + reduction + feed".

## 3 Resultaten

### 3.1 Emissie-reducerende producten en strategieën

Methaanproductie bij herkauwers is een bijproduct van de microbiële vertering van vezels in de pens. Bij dit proces ontstaan er naast voedingsstoffen voor de koe, ook restproducten zoals  $\text{H}_2$  en  $\text{CO}_2$ , die door methaan-producerende organismen in de pens omgezet worden naar methaan ( $\text{CH}_4$ ). Een koe produceert tussen de 200 en 500 gram methaan per dag. Dit methaan wordt uitgescheiden via de bek bij ademen, herkauwen en oprispingen. Dit zogenaamde "enterische" methaan speelt bij herkauwers de grootste rol (ca. 76%) (Šebek, Mosquera, & Bannink, 2016). Daarnaast wordt methaan gevormd bij opslag van mest. Als mest op het land wordt uitgereden zorgen bodembacteriën voor een snelle afbraak van organische stof naar hoofdzakelijk  $\text{CO}_2$ . Maar zolang de mest is opgeslagen, wordt er methaan gevormd dat vroeg of laat onbenut in de atmosfeer verdwijnt. Methaanproductie wordt gezien als belangrijke bijdrage van de veeteelt aan het broeikasprobleem. Tevens wordt het gezien als een verlies van voerenergie van 10-12% (Goel et al., 2012). Naast methaan wordt in de pens ook  $\text{CO}_2$  en lachgas gevormd en uit mest ammoniak (figuur 1).



**Fig. 1.** Methane formation in the rumen of a dairy cow and its inhibition by 3-nitrooxypropanol (3-NOP). The  $\text{H}_2$  concentration in the rumen fluid is near  $1 \mu\text{M}$  ( $\approx 140 \text{ Pa} = 0.14\%$  in the gas phase).

Uit: "Evert C. Duin, Tristan Wagner, Seigo Shima, Divya Prakash, Bryan Cronin, David R. Yáñez-Ruiz, Stephane Duval, Robert Rümbeli, René T. Stemmler, Rudolf Kurt Thauer, and Maik Kindermann. Mode of action uncovered for the specific reduction of methane emissions from ruminants by the small molecule 3-nitrooxypropanol," by (first published May 2, 2016; 10.1073/pnas.1600298113).

---

Om de emissie te verlagen zijn er verschillende opties:

- Gebruik voedermiddelen/voeradditieven/voermaatregelen om de pensvertering te veranderen
- Minder dieren (hier niet meegenomen)
- Genetische selectie op efficiëntere dieren (hier niet meegenomen)
- (Management) technische maatregelen (hier niet mee genomen)

Voor de manipulatie van de pensvertering komen er steeds meer middelen (zowel diervoeder ingrediënten als ook producten) op de markt, hieronder een kort overzicht.

### 3.1.1 Bovaer

Bovaer is de naam van het voeradditief dat DSM Nutritional Products op de markt brengt in de strijd tegen de uitstoot van broeikasgassen (De Molenaar, September 2019; <https://www.demolenaar.nl/2019/09/30/bovaer-naam-van-dsm-additief-dat-methaan-reduceert/>). Het bestaat uit 3-Nitro-oxypropanol, afgekort 3NOP, een natuurlijke component die het enzym methyl coenzyme M reductase (MCR) remt. MCR katalyseert de laatste stap in de methaanproductie. Bij herkauwers kan het toegediend door het voer de emissie met 32% verlagen (Dijkstra et al., 2018; Hristov et al., 2015; Martínez-Fernández et al., 2014; van Wesemael et al., 2019).

Volgens de momenteel beschikbare informatie zijn er geen aanwijzingen voor negatieve effecten op diergezondheid, dierenwelzijn of voedselveiligheid (zie Annex 1 voor meer informatie).

### 3.1.2 Agolin Ruminant/Agolin Ruminant L

Agolin Ruminant is een mengsel van etherische oliën. De exacte samenstelling is niet bekend. Dit hoeft niet te worden vermeld omdat het als aromatisch veevoeradditief op de markt is. Een doorgevoerde meta-analyse van studies met dit product laat zien dat het product de methaanuitstoot bij melkkoeien met 10% kan verminderen (1 g/dier/dag, toegediend over een periode van langer dan 4 weken). Tevens wordt aangegeven dat de melkgift met 4% wordt verhoogd (Belanche et al., 2020). Verder studies worden aanbevolen, ook omdat de mode of action van dit product nog niet bekend is. Klop et al. (2017) berichten over variabele resultaten. Het product information sheet van Agolin Ruminant geeft aan dat tien keer de aanbevolen hoeveelheid heeft geen invloed op voeropname of diergezondheid heeft. Voor Agolin Ruminant L wordt aangegeven dat bij een drie keer te hoge dosering de voeropname verminderd kan worden. Er wordt geen risico voor de gezondheid van andere dieren die aan die product worden blootgesteld verwacht (voor productinformatie sheets zie Annex 2).

### 3.1.3 Bromoform houdend Roodwier

Het eerste onderwerp wat ook tussentijds (maart 2020) is gerapporteerd aan LNV en NVWA, is het gebruik van bromoform-houdend roodwier (*Asparagopsis armata* en *A. taxiformis*). Uit *in vitro* onderzoek kwam een zeer grote reductie van de methaanproductie, welke in dierproeven bij koeien en schapen werd bevestigd. WFSR heeft in 2019 in het kader van het PPS-project ProSeaweed samen met Wageningen Livestock Research een dierproef uitgevoerd bij melkvee met dit bromoform-houdend roodwier om te kijken of er overdracht was naar de melk (Muizelaar et al., 2021). Echter, de proef liep niet zoals gepland. Het wier werd slecht opgenomen door de koeien: bij de lage dosering hebben slechts 2 van de 8 koeien langdurig wier gegeten. Bij de medium en hoge dosering weigerden de dieren na een aantal dagen om het voer met wier te eten. De proef is daarom voortijdig afgebroken. Desalniettemin is er bromoform terug gevonden in de melk.

Uit eerdere literatuur blijkt dat er vooral gekeken is naar de methaanreductie en dat er bij een proef met schapen en bij een proef met melkvee ook problemen waren met de opname van het zeewier bevattende voer. Bij de schapen werden bovendien afwijkingen in het pensslijmvlies vastgesteld bij een aantal dieren (zie Annex 3 voor een korte beschrijving van de dierproef en resultaten van de bromoform-metingen en de literatuur).

Omdat het gebruik van dit type zeewier, naast aspecten van dierwelzijn, een risico op kan leveren voor de melkqualiteit en de productveiligheid, is geadviseerd om een risicobeoordeling van dit product

---

uit te voeren. Op de website van de European Chemicals Agency (ECA) en de United States Environmental Protection Agency (EPA) is een risicobeoordeling van bromoform te vinden (ECA en EPA, gezien December 2020).

#### 3.1.4 Mootral

In het product Mootral wordt een combinatie van knoflookpoeder en een extract van de bittere sinaasappel (*Citrus aurantium*) gebruikt. Organische zwavelverbindingen in knoflook hebben een antimicrobieel effect. De methaan productie kan verlaagd worden door de Methanobacteriaceae te reduceren (Eger et al., 2018). Flavonoïden zijn polyfenolische componenten in bijvoorbeeld citrusvruchten. Hieraan wordt een reductie van de methaanuitstoot toegeschreven door o.a. een direct effect op methaan producerende bacteriën en protozoa. Ook wordt een pens stabiliserende werking toegeschreven aan flavonoïden, omdat ze de groei van bepaalde bacteriën in de pens bevorderen. De langste duur van de test was 2 weken en 12 weken data collectie (Roque, 2019). Negatieve bijwerkingen voor de gezondheid van het dier of de consument zijn in de bestudeerde literatuur niet beschreven. Op de website vermeldt het bedrijf een positieve impact op de diergezondheid en productie. Ook geeft het bedrijf aan geen organoleptische beïnvloeding van de melk vastgesteld te hebben (persoonlijke informatie).

In het algemeen kunnen te hoge innames van knoflook leiden tot bloedarmoede (anaemie). Voor de grote herkauwer wordt een maximale dagdosering van 20-30 g/dier/dag verse knoflook of equivalent aangegeven (Knoflook-Clintox databank Vetsuisse). Knoflook kan de sensorische eigenschappen van producten beïnvloeden. Producten smaken en/of ruiken dan anders. Ook kunnen, door de antimicrobiële werking van knoflook, fermentatieprocessen in de productontwikkeling eventueel beïnvloed worden. Rossi et al. 2018 beschrijven geen verandering in verwerkbaarheid, maar wel in smaak, geur en kleur van het product (zie Annex 4 voor een korte beschrijving van onderzoeken over de sensorische invloed op producten van knoflook en etherische oliën). Volgens eigen data van Mootral heeft dit product geen invloed op de sensorische eigenschappen van dierlijke producten.

#### 3.1.5 Tannine- en saponine houdende planten

Tannines en saponinen zijn secundaire metabolieten die door verschillende planten worden geproduceerd. Ze hebben de potentie om de methaanuitstoot van herkauwers op twee manieren verlagen: direct door een werking op methanogene bacteriën of indirect via o.a. een verlaagde afbraak van voer en werking op protozoën (Goel en Makkar, 2012).

Tannines zijn polyfenolen met variërend molecuul gewicht en complexiteit. Ze kunnen een negatief effect op de opname, vertering en absorptie van nutriënten hebben, door bijvoorbeeld verbindingen met eiwitten en in mindere mate met andere stoffen zoals aminozuren aan te gaan. De potentiële negatieve effecten kunnen verschillen afhankelijk van de plant, type tannine, concentratie, voedertype en dier.

Er zijn verschillende types van tannines, namelijk gecondenseerde tannines en hydrolyseerbare tannines. Eerstere blijken variabelere resultaten te geven op methaan reductie, maar tweede kunnen eventueel meer risico vormen voor de diergezondheid.

Vanaf doseringen >5.0g/100g DM kunnen potentiële toxische werkingen zoals irritaties van slijmvliezen optreden (Aboagye en Beauchemin, 2020; Goel en Makkar, 2012).

Saponinen zijn glycosiden met een hoog molecuulgewicht die als natuurlijke detergentia werken. Ze vormen complexen met sterolen in de celmembraan van protozoën. Ook kunnen ze in hogere doseringen methanogene bacteriën beïnvloeden.

Sommige toxische planten bevatten saponinen die fotosensibilisatie als gevolg van een aantasting van lever en nier kunnen veroorzaken. Ook gastro-intestinale symptomen door aantasting van membranen en hemolyse zijn beschreven. Deze effecten worden voornamelijk in zeer hoge doseringen



---

waargenomen. Een synergistisch effect tussen mycotoxinen en saponinen zou kunnen bestaan (Goel en Makkar, 2012; Wina et al.; 2005, Saponinen-Clinitox databank Vetsuisse).

### 3.1.6 Bierdrاف en koolzaadschroot

Door reststromen van brouwerijen en andere voedingsindustrieën in veevoer te mengen, kan de methaanuitstoot van koeien worden gereduceerd met 13% per liter melk. Dat blijkt uit onderzoek van het Instituut voor Landbouw-, Visserij- en Voedingsonderzoek (ILVO), meldt het Vlaams infocentrum land en tuinbouw (Vilt) (De Molenaar, Februari 2020; <https://www.demolenaar.nl/2020/02/17/bierdrاف-en-koolzaadschroot-zorgen-voor-lagere-methaanuitstoot/>).

Ingrijpen in de samenstelling van het veevoer, blijkt volgens ILVO een veelbelovend spoor om de uitstoot van methaan drastisch te reduceren. Die onderzoeken zijn al jaren bezig, maar voor het eerst kan het ILVO duidelijkheid geven, het levert 11 tot 13% minder uitstoot.

Belangrijkste component is bierdrاف, een restproduct dat vooral uit de kaf- en eiwitdelen van de brouwergerst bestaat. Dit leidt tot een tragere vertering in de pens waardoor de spijsvertering wordt gestimuleerd. Alleen bierdrاف aan het voer toevoegen, geeft echter geen lagere methaanuitstoot. Minder methaan werd alleen gemeten wanneer zowel bierdrاف als koolzaadschroot aan het voer werden toegevoegd. Door deze reststromen te gebruiken, hoeven er geen andere grondstoffen, zoals extra soja, in het rantsoen te worden ingemengd. Zodoende daalde volgens ILVO de ecologische voetafdruk van een liter melk met 31%.

### 3.1.7 Nitraat voor vleesvee

Het gewas neemt stikstof (N) voornamelijk in de vorm van nitraat op uit de bodem, gebruikt dit en legt dit vast in de vorm van werkelijk eiwit (aminozuren), nucleïnezuren en andere stikstofverbindingen. Deze worden allemaal meegenomen bij de bepaling van het totaal N-gehalte. Verschillende N-verbindingen uit gras, inclusief nitriet/nitraat zijn onderdeel van het verteerbaar ruw eiwit (VRE) -gehalte van het voer en kunnen door de microben in de pens worden omgezet. Een overmaat aan VRE verhoogt de excretie van totaal ammoniakale stikstof (TAN) en de ammoniakemissie (dr. Paul Bikker, persoonlijke mededeling, 2020). Door nitraten met een bepaalde snelheid aan het voer toe te voegen kan de pensfermentatie wordt aangepast. Daardoor wordt meer ammoniak in plaats van methaan geproduceerd.

In de praktijk worden hiervoor nitraatzout likstenen aan dieren gegeven die eerder ureum via het voer hadden gekregen. Op deze manier blijken de methaanemissies te worden verminderd terwijl de prestaties van dieren constant blijven of worden verbeterd. Tot nu toe is de toevoeging van nitraat toegestaan voor melkvee (Šebek, 2015). Een verlaging van de methaanuitstoot van 17% onder bepaalde omstandigheden wordt beschreven (Versteeg, 2016).

Nitraat wordt in de pens omgezet in nitriet en kan bij een hoog gehalte (in gras dat veel nitraat heeft opgenomen maar nog niet heeft omgezet in eiwit of door supplementen) na absorptie problemen geven omdat nitriet zuurstof verdringt van binding aan hemoglobine. Dit leidt tot vorming van methemoglobine. Nitraatvergiftiging leidt tot slechte gezondheid en kan sterfte tot gevolg hebben. Overdosering of een abrupte introductie, zodat de microflora in de pens niet kan wennen aan meer nitraat, kan leiden tot nitraatvergiftiging. De kans op nitraatvergiftiging was vroeger veel groter door de hoge N-bemesting.

Nitraat komt ook in de melk terecht in concentraties die niet boven de waardes liggen die in het plasma worden gevonden. Er blijkt volgens onderzoek geen sprake te zijn van actieve secretie in de melk (Went-de Vries en Speijers, 1989).

Voor mensen vormt de opname van verhoogde gehalten aan nitraat een risico voor de gezondheid. In hoeverre en onder welke omstandigheden wordt wetenschappelijk bediscussieerd (Bryan, et al. 2012). Een blootstelling aan nitraat gebeurt meestal via de opname van groentes. De in groentes

---

gevonden hoge gehalten aan nitraat zijn voor een groot deel afkomstig door sterke en langdurige stikstofbemesting van de grond (zowel met natuurlijke mest als ook met kunstmest). Ook drinkwater kan een bron vormen om mensen aan verhoogde nitraatgehalten bloot te stellen (Went-de Vries en G.J.A. Speijers, 1989, RIVM website, gezien December 2020)- zie Annex 5 voor meer informatie.

### 3.1.8 Meer mais voeren

Bij het afbreken van vezels in de pens ontstaat waterstofgas. Waterstofgas kan door bacteriën in de pens worden omgezet in methaan. Als mais in de pens wordt afgebroken wordt bij de afbraak van zetmeel en de aanmaak van vetzuren waterstofgas verbruikt.

Mais en gras zijn echter binnen een rantsoen niet zo maar verwisselbaar. De gezondheid en het welzijn van een dier kan door het voeren van een te hoge concentratie mais worden aangetast. Bij koeien die meer dan 50% mais in hun rantsoen krijgen kunnen sneller ziek worden (Lambrechts, gezien Oktober 2020; ten Have, V-focus 2017).

Ook kan het zijn dat mais met mycotoxinen is verontreinigd. Deze kunnen gezondheidsproblemen bij het dier veroorzaken zoals bijv. vruchtbaarheidsproblemen. Mycotoxinen worden ook in de melk uitgescheiden. Verschillende mycotoxinen zoals aflatoxine, fumonisine, ochratoxine A, trichothecenen, zearalenone, T-2 toxin en deoxynivalenol zijn in melk aangetoond en kunnen ook in melkproducten terecht komen (Becker- Algeri et al., 2016). Voor een overzicht uit de literatuur zie Annex 6.

Patterson en Lima (2010) verwachten in toekomst een potentieel verhoogd risico op mycotoxinen belasting door klimaatverandering.

### 3.1.9 Vetten

Het voeren van laurinezuur blijkt een tijdelijke invloed op het verlagen van de methaanuitstoot te hebben. Afhankelijk van het tijdstip/lactatiefase worden verlagingen tussen 4% en 12% beschreven (Klop et al., 2017). Via vetzuurprofielen van de melk blijkt een voorspelling van de methaanuitstoot mogelijk te zijn (Dijkstra et al., 2011). Dit is ook afhankelijk van de samenstelling van het voer (Engelke et al., 2019).

Een product gebaseerd op geëxtrudeerd lijnzaad (Euroclimveevoerders van Arvesta) zou door optimale vertering (verbeterde werking van pestbacteriën) een reductie van methaan uitstoot van 30% voor vleeskoeien en 15% voor melkkoeien bewerkstelligen (De Molenaar, oktober 2020).

Vetten kunnen aan voer worden toegevoegd bijv. om de energiedichtheid te verhogen. Als er teveel vetten in het voer zitten kan de voeropname echter wel verminderen en soms kan daardoor ook de energieopname minder worden. Als er teveel vet wordt gevoerd kan dat ook gevolgen voor de gezondheid van het dier hebben. Het kan dan tot hogere gehalten aan triglyceriden en niet veresterde vetzuren in het plasma komen en soms kan het ook tot een hoger gehalte aan het totale vet in het plasma komen (Palmquist and Conrad, 1978). De lever speelt een grote rol in het metabolisme van vet en kan door te veel vet belast worden. Dit vormt een extra belasting voor de gezondheid van het dier (Adewuyi et al., 2005). Ook kan de melkgift dalen en kan een verandering in de samenstelling van melk (met name vetten/eiwit) optreden (Klop et al., 2017).

### 3.1.10 Bovicins

Garsa et al. (2019) beschrijven verschillende mogelijkheden voor de inzet van bovicins om de methaan productie te reduceren. Volgens de auteurs berust de inzetbaarheid op het principe van bacteriocines. "Bacteriocines zijn ribosomaal gesynthetiseerde antimicrobiële peptiden / eiwitten die worden geproduceerd door bacteriën die nauw verwante of niet-verwante stammen kunnen doden of remmen, maar die zichzelf niet schaden vanwege de specifieke immuniteitseiwitten". Ze hebben de potentie om methanogenen in de pens te remmen.

---

Potentiële problemen kunnen worden veroorzaakt door de dragers die bacteriocine naar de plek van bestemming brengen. Bij orale toediening van *S. bovis* HC5 aan muizen zijn verminderde gewichtstoename en veranderingen in de dunne darm beschreven. De expressie van TNF- $\alpha$ , INF- $\gamma$ , and IL-12 in de dunne darm werden waargenomen. Volgens de onderzoekers laat dit zien dat er geen sprake is van allergische reacties maar kleine veranderingen in de darmpermeabiliteit.

Naar de daadwerkelijke inzetbaarheid moet nog verder onderzoek worden gedaan (Garsa et al., 2019).

Het is nog niet bekend in hoeverre de integriteit van de darm ook bij andere diersoorten wordt aangetast. De integriteit van de darmbarrière speelt een belangrijke rol in het gezond houden van dieren in het algemeen, maar in bijzondere mate bij hoogproductieve dieren (Kividera et al., 2017).

Naast het selectieve gebruik om methanogene bacteriën te remmen biedt het gebruik van bacteriociden ook een potentiële mogelijkheid ter vervanging van reguliere antibiotica.

### 3.1.11 Vaccinatie

Het moduleren van mensmicroben via vaccinatie is mogelijk, maar leidt (nog) niet tot een vermindering van de uitstoot van methaan (Zhang et. Al, 2015; Garsa, 2019).

### 3.1.12 Experior

Experior (lubabegron, Elanco)- een beta adrenerge agonist - is in de VS als type A medicinaal artikel toegelaten voor vleesvee. Het wordt via het voer toegediend. Onder specifieke omstandigheden wordt daardoor de ammoniak uitstoot verlaagd. Het waarschijnlijke mechanisme hierachter is een verandering in stofwisseling.

Een verhoogde dosering van 100g lubabegron/ton DM voer leidde tot een daling in voeropname, de gewichtstoename bleek echter vergelijkbaar met de controlegroep. Ook lichte veranderingen in de bloedwaardes voor de nieren en de grootte van de nieren werden beschreven. Deze bleven volgens de onderzoekers binnen de normen voor vleesvee en waren niet dosisafhankelijk. Ook veranderden de bloedwaardes voor de nier niet met voortgang van de tijd (langste studietijd 91 dagen). Met een eventuele toename van kreupelheid kon geen duidelijke verband worden gelegd en de beschreven incidenten zijn volgens de onderzoekers met grote waarschijnlijkheid toe te schrijven aan de biologische variabiliteit.

Malsheid en taaiheid van het vlees werden deels wel beïnvloed door de dosering. Dit kan een gevolg zijn van een veranderende stofwisseling waardoor er meer spierweefsel wordt gevormd en minder vetweefsel in het spierweefsel zit (US Food and Drug Administration (FDA) website, gezien December 2020, Experior documenten a en b, 2018).

Beta-agonisten zijn in de EU niet toegestaan vanwege hun effecten als groeibevorderaar en de daarmee samenhangende gevaren voor de consument voor met name hart- en respiratoire aandoeningen (Martínez-Navarro, JF., 1990; Brambilla et al., 2000). Zie ook Annex 7.

---

## 3.2 Overige producten met een negatieve impact op dierwelzijn en diergezondheid

Deze producten zijn niet bedoeld voor emissie verlaging maar zijn meegenomen omdat ze expliciet geïmporteerd zijn vanwege hun mogelijke negatieve impact op de gezondheid van het dier en/of de consument.

### 3.2.1 Katoenzaadmeel

Katoenzaadmeel bevat gossypol. Hoge concentraties katoenzaadmeel in het voer (bijv. rantsoen met 25% katoenzaadmeel) heeft dat negatieve gevolgen voor de gezondheid van het dier en ook voor de productiviteit van het dier. Het is beschreven dat meer dieren ziek worden door stafylokokken mastitis.

De melk productie daalt en de verwerkbaarheid van de melk voor bijvoorbeeld het maken van yoghurt of kaas is verminderd.

Als varzen een rantsoen met 40mg/kg gossypol gevoerd krijgen kan dat een negatieve impact op hun vruchtbaarheid hebben. Dit uit zich bijvoorbeeld in een onregelmatig cyclus, vertraagde ontwikkeling van de embryo en abortus. Jongere dieren kunnen last krijgen van zware diarree. (Allaboutfeed, 2019).

### 3.2.2 Ambrosia in voedermiddelen uit Frankrijk

Bedrijven die voedermiddelen aanschaffen, en dan met name gierst, sojabonen, Sorghum (Milo) en zonnebloempitten uit Frankrijk, moeten opletten of er sprake is van besmetting met Ambrosia. Daarvoor waarschuwt GMP+ International (juli 2019). Eén enkele plant kan een miljard stuifmeelkorrels per seizoen produceren – stuifmeel dat dagenlang in de lucht kan blijven, met gevolgen voor mensen honderden kilometers verderop. Bovendien kan Ambrosia mensen overgevoelig maken voor andere allergenen, waaronder voedselallergenen. Alsemambrosia (Ambrosia) is een ernstig probleem, omdat het schadelijke effecten heeft op de landbouw als gewasonkruid en op de volksgezondheid als een belangrijk allergeen.

Ambrosia heeft ook gevolgen voor gewasproductie als onkruid. Het 'vogelvoer' (onbewerkt) speelt een belangrijke rol in het verspreiden van Ambrosia naar nieuwe, eerder onbesmette gebieden, aldus GMP+ International (GMP+, 2019).

---

## 4 Discussie

In dit rapport wordt een korte beschrijving gegeven van diervoeders en voeradditieven die de uitstoot van methaan bij herkauwers kunnen verminderen met oog op de mogelijke impact op diergezondheid, dierenwelzijn en voedselveiligheid/volksgezondheid en productverwerkbaarheid. Tevens zijn incidenteel mogelijke aanpassingen van het voederregimes die de methaanuitstoot kunnen verminderen beschreven. En zijn enkele diervoeders met een negatieve impact op diergezondheid en welzijn en volksgezondheid, maar zonder een verband met methaanuitstoot beschreven. Ook mogelijke farmacologische interventies die de uitstoot van methaan kunnen beperken zijn incidenteel meegenomen.

Tabel 1 geeft een overzicht over de verschillende hier besproken middelen die de enterische uitstoot van methaan bij herkauwers kunnen verlagen – zie samenvatting.

Het voederadditief Bovaer blijkt een betrouwbare reductie van de uitstoot van enterisch methaan (ca. 30%) te kunnen realiseren, zonder dat er (volgens nu beschikbare informatie) negatieve bijwerkingen voor de gezondheid of productiviteit van het dier beschreven zijn. Omdat het werkingsmechanisme berust op het afremmen van de laatste stap in de omzetting naar methaan, lijkt het niet waarschijnlijk dat Bovaer nadelige gevolgen voor de gezondheid van de consument of productkwaliteit zou hebben. Het voederadditief Agolin Ruminant/Argolin Ruminant L is op de markt. Het product zou een reductie van methaanuitstoot van 10% kunnen bewerkstellingen, mits het voor meer dan 4 weken wordt ingezet. Omdat het een aromatisch additief is, hoeft de exacte samenstelling niet bekend te worden gemaakt. Voor Agolin Ruminant is beschreven dat 10 keer de aanbevolen dosering geen negatieve invloed heeft op de voeropname of diergezondheid. Een mogelijke vermindering in voeropname bij een toediening van drie keer de aanbevolen dosering is beschreven voor Agolin Ruminant L.

Qua diervoeders of grondstoffen voor diervoeders lopen de resultaten voor de reductie van de uitstoot van enterisch methaan erg uit elkaar. Voor bromoform-houdend roodwier worden waarden tot 99% reductie gerapporteerd- echter staat er een aantasting van de diergezondheid en daarmee ook het dierenwelzijn tegenover. Omdat bromoform ook via de melk wordt uitgescheiden zou het potentieel negatieve gevolgen voor de gezondheid van de consument kunnen hebben. Het is echter de vraag in hoeverre de uitgescheiden hoeveelheid in de melk daadwerkelijk een negatieve impact op de gezondheid van consumenten zou hebben. Of door bromoform in de melk ook de verwerkbaarheid van de melk in zuivelproducten zal worden aangetast is niet beschreven in de bestudeerde literatuur.

De combinatie van knoflook (*Allium sativum*) en bitter sinaasappel (*Citrus aurantium*) (Motraal) blijkt een reductie van ca. 23% te kunnen realiseren. Negatieve bijwerkingen voor de gezondheid van het dier of de consument zijn niet beschreven. Op de website vermeldt het bedrijf een positieve impact op de diergezondheid en productie. Ook geeft het bedrijf aan geen organoleptische beïnvloeding van de melk vastgesteld te hebben (persoonlijke informatie). In (te) hoge doseringen kan knoflook in het algemeen wel een negatieve impact op de gezondheid van het dier hebben. Dit is binnen de gangbare doseringen in de veevoederindustrie niet te verwachten en wordt knoflook al lang en veelvuldig in producten ter gezondheidsondersteuning verwerkt.

Voor tannines en saponinen worden variabele reductie waarden van 4% tot ca. 30% gerapporteerd. Dit kan worden verklaard door het gebruik van verschillende planten, concentraties, voedertype en dieren. In (te) hoge doseringen kunnen deze stoffen nadelige gevolgen voor de gezondheid van het dier hebben. Echter worden voor lagere doseringen juist gezondheid bevorderende werkingen beschreven en worden zowel tannines als ook saponinen al lang in de diervoederindustrie ingezet ter stabilisering van de darmgezondheid. Volgens Zhang et al., 2019 kan het voeren van tannines tevens de uitstoot van stikstof verlagen.

---

Er is weinig literatuur te vinden in hoeverre en in welke mate deze stoffen (actief) in de melk worden uitgescheiden. Dit is ook van toepassing voor de eventuele invloed op de verwerkbaarheid in melkproducten. In het algemeen worden secundaire plantenstoffen gekenmerkt door een hoog first pass metabolisme en de verwachte hoeveelheden die in de melk worden uitgescheiden waarschijnlijk zeer laag.

Voor “nieuwe” stoffen en/of stoffen met een bekende mogelijke schadelijke werking (bijv. bromoformhoudend wier) is het lastiger om potentiële risico’s te beoordelen omdat de kennis deels ontbreekt.

Deze voeders werken waarschijnlijk via een directe of indirecte beïnvloeding van de pensflora waardoor de uitstoot van enterisch methaan wordt verlaagd. Het aanpassingsvermogen van de pensmicroben zal van invloed zijn op de te behalende resultaten. Een product met een persistente werking zou beter inzetbaar zijn in de praktijk dan een product met tijdelijke werking. Deze kennis ontbreekt nu vaak, net als de kennis in hoeverre bepaalde stoffen in de melk (actief) worden uitgescheiden. Als hier meer kennis over wordt vergaard zouden ook eventuele positieve/negatieve invloeden op diergezondheid en productiviteit en gezondheid van de consument en productverwerkbaarheid inzichtelijker kunnen worden wat tot meer product acceptatie en inzet kan leiden.

Ook bij de beschreven voermaatregelen speelt de invloed op de pensflora een belangrijke rol. De gerealiseerde verminderingen in de uitstoot van methaan zijn variabel (4%-30%).

Het inzetten van bierdras een koolzaadschroot biedt naast de mogelijke invloed op methaan emissie ook de mogelijkheid om reststromen uit de humane voeding als diervoeder te gebruiken. Dit is interessant in het kader van de kringlooplandbouw.

Het gebruik van nitraat bij melkvee is al toegestaan en zou dus ook een optie voor vleesvee kunnen zijn om de uitstoot van methaan te reduceren. Gevaar voor de gezondheid van het dier komt vooral voort uit “management fouten” zoals te snelle aanpassingen van het voer of te grote hoeveelheid nitraat voeren. Gevaren voor de consument zijn volgens de gebruikte literatuur vooral afkomstig uit andere bronnen. Er zijn mogelijke positieve effecten op de diergezondheid en productiviteit beschreven.

Vetten kunnen via een verbeterde verteerbaarheid en waarschijnlijk een verdunningseffect ook een positieve invloed hebben op de diergezondheid en de uitstoot van methaan verlagen. Te hoge gehalten kunnen echter wel weer negatieve gevolgen hebben voor het dier, maar directe gevolgen voor de gezondheid van de consument zijn niet te verwachten. Een veranderde samenstelling van de melk zou eventueel wel invloed kunnen hebben op de verwerkbaarheid van bepaalde producten.

Het voeren van meer mais kan een negatieve invloed hebben op de uitstoot van methaan, echter het voeren van te veel mais geeft risico’s voor de diergezondheid. Ook is het voorkomen van mycotoxinen in mais als gevaar voor de diergezondheid, wat in de literatuur veelvuldig is beschreven. Omdat mycotoxinen ook in de melk worden uitgescheiden bestaat hier een risico voor de gezondheid van de consument en eventueel ook voor de verwerkbaarheid tot producten. Hiernaar zou nog verder onderzoek uitgevoerd kunnen worden. Door klimaatverandering (langer droog, warm of nat) zouden mycotoxinen (en de aan hun gerelateerde risico’s) in toekomst een grotere rol kunnen spelen.

Potentiële farmacologische interventies zoals bovicines en vaccinaties tegen methanogene microben zijn nog in de ontwikkelfase. Een andere interessant aspect is wel dat deze bovicines eventueel mogelijkheden bieden ter vervanging van antibiotica.

Beta-agonisten zijn in de EU niet toegestaan voor het gebruik bij landbouwhuisdieren met uitzondering van bepaalde therapeutische doeleinden (Richtlijn 96/22/EG). Lubabegron is niet direct via Alibaba verkrijgbaar maar andere beta-agonisten zijn dat wel. Er bestaat een risico van illegaal gebruik van deze middelen wat tot een mogelijke aantasting van zowel de diergezondheid en het dierenwelzijn als ook de gezondheid van de consument kan leiden. De druk op illegaal gebruik van de middelen zou groter kunnen worden als er (meer) verplichtingen komen om de uitstoot van ammoniak/methaan te verminderen.

---

Naast de in dit rapport beschreven maatregelen zijn er andere management maatregelen die de uitstoot van methaan in de rundveehouderij blijken te kunnen verminderen. Een aantal hiervan zijn recent door het rundveeloket in België samengevat\*. Een combinatie van het geven van speciale voeders (zoals in dit rapport beschreven) in samenspel met andere maatregelen, zou mogelijkheden voor een behoorlijke vermindering van de methaanuitstoot kunnen bewerkstelligen. Dit wel - mits deze in de praktijk daadwerkelijk praktisch toepasbaar zijn en een langdurig effect kunnen behouden en ook daadwerkelijk en additief effect gaan vertonen. Tevens blijkt de vraag of de kosten van veranderingen in het voederregime en de inzet van middelen opwegen tegen de kosten voor de boer.

Momenteel is er weinig financiële stimulans voor de boer om methaan uitstoot reducerende middelen in te zetten. Het is dus ook maar de vraag in hoeverre deze ontwikkelingen gaan doorzetten. Omdat deze interventies gericht op een aantal microben in de pens werken zijn negatieve effecten op de diergezondheid wel mogelijk, en er zou nader onderzocht moeten worden wat dit voor het dier zou betekenen.

*\*Andere beheersmaatregelen*

*Het jonger laten afkalven noemt het rundveeloket van België (Rundveeloket a, gezien December 2020) als één van de mogelijkheden om de methaan uitstoot te verminderen. De aflevertijd verminderen van 26 naar 24 maanden zal daarbij een reductie van ca. 13% tijdens de opfok tot gevolg hebben omdat de uitstoot van methaan sterk toeneemt naar mate de vaars ouder wordt. En afname van 28 naar 22 maanden zou de uitstoot zelf om 33% per vaars verminderen.*

*Ook economisch kan dit model interessant zijn.*

*Echter dient in dit scenario rekening te worden gehouden met de lichamelijke ontwikkeling van de vaars omdat een dracht bij onvoldoende ontwikkeling nadelige gevolgen voor de gezondheid en het welzijn van het dier kan hebben. Hogere productie is een ander maatregel die door het rundveeloket wordt benoemd. De methaan uitstoot van een koe stijgt naar mate zij meer melk produceert en dus productiever is. Als voorbeeld wordt gegeven dat als de productiviteit van 27 naar 30 kg melk per dag stijgt de gemiddelde methaanuitstoot met 3% toeneemt. Omdat de efficiëntie van de melkproductie verbetert, wordt de uitstoot aan methaan per kilogram geproduceerde melk verlaagd. Dit vraagt om een zorgvuldige aanpak omdat anders de gezondheid van het dier nadelig beïnvloed kan worden. Ook oudere koeien zijn een maatregel die het rundveeloket beschrijft. Minder koeien vervangen betekent meer oudere koeien die meer en efficiënter melk geven en ook minder jongvee op het bedrijf. Volgens het rundveeloket van België kan als er 5% minder koeien worden vervangen kan de methaanuitstoot per liter melk met 11,7% vervangen worden (bij een stijging van de productiviteit van 11,1%).*

De marktintroductie van producten die de methaanuitstoot verminderen en omzetting van voerstrategieën zou door kosten (prijs van het product bijv.) maar ook gebrek aan financiële prikkels voor de veehouder belemmerd kunnen worden. Dit wordt bijvoorbeeld ook door Šebek (Koeien en kansen rapport edepot.wur.nl/354317) beschreven. Tevens is het ook de vraag in hoeverre de methaanreductie die met de inzet van bepaalde producten of aanpassingen in het voerregime bewerkstelligd kan worden dusdanig "meetbaar" gekwantificeerd kan worden dat ze in bepaalde regelingen of kwaliteitssystemen mee genomen kan worden.

Ook de communicatie naar de veehouder toe over de mogelijkheden van producten of interventies zou een belangrijke rol kunnen spelen bij de daadwerkelijke toepassing door veehouders. Een voorbeeld geeft de website van het "Departement van Primary Industries and Regional Development, Western Australia"(Departement van Primary Industries and Regional Development, Western Australia, 2020 en de Australian Government Emissions Reduction Fund, 2017). Het ILVO in België heeft kennisfiches ontworpen (Rundveeloket b, gezien November 2020, zie Annex 8).

Uit een heel ander perspectief kijkt de Portugese professor Manuel Cancela d'Abreu. Hij betoogt dat je moet kijken naar het netto effect van grazende dieren. Gemiddeld is de CO<sub>2</sub>-productie van een koe ongeveer 3 ton per jaar. Hij geeft aan dat we echter niet alleen rekening moeten houden met de totale productie van broeikasgassen, maar ook met het saldo van deze gassen in het productiesysteem. Begrazing is een van de weinige landbouwsystemen die een verbetering van de bodemfuncties



---

bevorderen, waaronder verhoogde infiltratie en waterretentie en verbetering van bodemvruchtbaarheid. Zodoende hebben weiden een gunstig effect voor de klimaatverandering, wat nog meer merkbaar is in bos-weidesystemen in delen van Portugal. Ook heeft beweiden, mits op de juiste manier uitgevoerd, een positief effect op de biodiversiteit.

Alleen al in de Europese Unie is er meer dan 57 miljoen hectare blijvend grasland en ongeveer 10 miljoen tijdelijk. Deze weiden liggen vaak op marginale, minder vruchtbare en productieve gronden. Vanwege klimaatverandering wordt voorspeld dat het areaal van dergelijk gebied zal toenemen ten koste van gebieden die eerder werden gebruikt voor andere gewassen. Beweiden is volgens hem ecologisch gezien de beste oplossing.

## **Conclusies**

Er is in de markt veel onderzoek gaande naar mogelijkheden om de uitstoot van broeikasgassen te verminderen. In het algemeen lijken vanuit het perspectief van diergezondheid/dierenwelzijn, veiligheid van de consument en verwerkbaarheid van het product – van wat er nu bekend is – de risico's beheersbaar te zijn, met name bij natuurlijke stoffen die al langdurig worden gebruikt binnen de veevoederindustrie. Echter kan ook worden gesteld dat een mogelijke negatieve impact op diergezondheid/dierenwelzijn, productveiligheid/volksgezondheid en de productverwerkbaarheid in onderzoeken vaak niet expliciet mee wordt onderzocht. Hierdoor kunnen mogelijk risico's minder goed worden beoordeeld.

Mogelijke gezondheidsrisico's van natuurlijke stoffen wiens inzet nieuw is (bijv. bromoform-houdend roodwier) vragen om zorgvuldig te worden gemonitord. Dit is ook van toepassing van stoffen met een bekend risico (bijv. mycotoxinen in mais).

Bromoform-houdend roodwier reduceert de uitstoot van methaan meer dan de andere producten. Dit kan het aantrekkelijk maken om bromoform-houdend roodwier te gebruiken. Dit kan echter ten koste van de diergezondheid gaan. Hiervoor is de aanbeveling voor een risicobeoordeling al naar LNV en de NVWA gecommuniceerd (maart 2020). Gezien het feit dat er veel andere mogelijkheden lijken te zijn om de uitstoot van methaan bij herkauwers te verminderen, lijkt dit vanwege diergezondheid – en welzijn en eventueel ook de potentiële invloed op de productveiligheid/volksgezondheid en productverwerkbaarheid een minder goede optie.

De toelating van de beta-agonist Lubabegron in de VS om de uitstoot van ammoniak te verminderen zou een mogelijk risico zijn voor de illegale inzet van beta-agonisten in Nederland – bijvoorbeeld als eisen met betrekking tot uitstoot van ammoniak worden gesteld.

Met Agolin Ruminant, Bovaer en Motraal zijn – van wat nu bekend is – veilige en werkzame producten voor de reductie van de enterische methaanuitstoot bij herkauwers (zo goed als) beschikbaar voor de markt.

Een aantal andere opties zoals bepaalde kruiden of aanpassingen in het voederregime zijn wel beschikbaar, maar blijken deels variabelere resultaten te leveren. Het gebruik van nitraat voor melkvee zou na toelating snel gerealiseerd kunnen worden. Tannines bieden een optie voor zowel de reductie van methaan als ook stikstof uitstoot. Hiervoor zou meer onderzoek nodig zijn.

Onderzoek naar de persistentie van de methaan-reducerend effecten en mogelijke combinaties van maatregelen, zoals aanpassingen in het voederregime in combinatie met het inzetten van een product, ontbreekt veelal. De actieve uitscheiding van bepaalde stoffen naar de melk kan mogelijk effecten hebben op gezondheid van dieren die de melk opnemen en op de voedselveiligheid/verwerkbaarheid van het product. Voor al langdurig gebruikte natuurlijke middelen kan hiervoor vanuit algemeen bekende kennis een redelijke inschatting worden gemaakt, maar nader onderzoek kan mogelijk waardevolle aanvullende informatie kunnen leveren, zowel voor negatieve als ook voor positieve effecten.

---

Met name voor “nieuwe” voedermiddelen (zoals bromoform-houdend roodwier) en voedermiddelen met een bekende mogelijke schadelijke werking (zoals mycotoxinen in mais) is het lastiger om mogelijke risico’s te beoordelen omdat de kennis deels ontbreekt.

**Aanbevelingen:**

- Nader onderzoek naar de persisterende werking op methaanreductie van producten
- Onderzoek naar de effecten van combinaties van middelen en/of maatregelen op mogelijke risico’s voor zowel diergezondheid, dierenwelzijn, productveiligheid/volksgezondheid en productverwerkbaarheid.
- Nader onderzoek naar in de melk uitgescheiden stoffen met name voor “nieuwe” stoffen en stoffen met een bekend risicoprofiel.
- Bij nieuwe voedermiddelen een risicobeoordeling naar effecten op diergezondheid/dierenwelzijn en productveiligheid/volksgezondheid. Daarbij kan rekening worden gehouden met zowel potentieel negatieve als ook positieve invloeden. Concreet is dit voor bromoform houdend roodwier wenselijk (is al eerder aanbevolen).
- Monitoring naar de potentiële inzet van illegale stoffen zoals beta-agonisten voor reductie van ammoniak. Het is aan te raden om dit via bijv. internet te blijven monitoren – zeker als er meer directe eisen komen om de uitstoot van ammoniak te verminderen.

---

# Literatuur

- Aboagye, IA. and Beauchemin, KA., 2019. Potential of Molecular Weight and Structure of Tannins to Reduce Methane Emissions from Ruminants: A Review. *Animals*.9:856.
- Adewuy, AA, Gruys, E., van Eerdenburg, F J C M., 2005. Non esterified fatty acids (NEFA) in dairy cattle. A review. *Veterinary Quarterly*, 27:3, 117-126.
- Allaboutfeed, 2019. [https://www.allaboutfeed.net/Feed-Additives/Articles/2019/10/Effects-of-gossypol-in-cottonseed-meal-rations-on-cows-483622E/?cmpid=NLC|allaboutfeed|2019-10-14|Effects\\_of\\_gossypol\\_in\\_cottonseed\\_meal\\_rations\\_on\\_cows](https://www.allaboutfeed.net/Feed-Additives/Articles/2019/10/Effects-of-gossypol-in-cottonseed-meal-rations-on-cows-483622E/?cmpid=NLC|allaboutfeed|2019-10-14|Effects_of_gossypol_in_cottonseed_meal_rations_on_cows)
- Australian Government Emission Reduction Fund, 2017;  
<http://www.cleanenergyregulator.gov.au/ERF/Choosing-a-project-type/Opportunities-for-the-land-sector/Agricultural-methods/Reducing-Greenhouse-Gas-Emissions-by-Feeding-Dietary-Additives-to-Milking-Cows>
- Becker-Algeri, TA., Castagnaro, D., de Bortoli, K., de Souza, C., Drunkler DA., Badiale-Furlong, E., 2016. Mycotoxins in Bovine Milk and Dairy Products: A Review. *Journal of Food Science*. 81:3.
- Belanche, A., Newbold, CJ., Morgavi, DP., Bach, A., Zweifel, B. and Yáñez-Ruiz, D., 2020. A Meta-analysis Describing the Effects of the Essential oils Blend Agolin Ruminant on Performance, Rumen Fermentation and Methane Emissions in Dairy Cows. *Animals*. 10, 620.
- Brambilla, G., Cenci, T., Franconi, F., Galarini, R., Macrì, A., Rondoni, F., Strozzi, M., Loizzoe, A., 2000. Clinical and pharmacological profile in a clenbuterol epidemic poisoning of contaminated beef meat in Italy. *Toxicology letters*. 114:47-53.
- Bryan, NS., Alexander, DD., Coughlin, JR., Milkowski, AL., Boffettaet, P., 2012. Ingested nitrate and nitrite and stomach cancer risk: An updated review. *Food and Chemical Toxicology*.50:3646-3665.
- Departement van Primary Industries and Regional Development, Western Australia, 2020;  
<https://www.agric.wa.gov.au/climate-change/carbon-farming-reducing-methane-emissions-cattle-using-feed-additives>
- De Molenaar, Oktober 2020; <https://www.demolenaar.nl/2020/10/21/nieuw-veevoer-in-strijd-tegen-methaanuitstoot>
- De Molenaar, Februari 2020; <https://www.demolenaar.nl/2020/02/17/bierdraf-en-koolzaadschroot-zorgen-voor-lagere-methaanuitstoot/>
- De Molenaar, September 2019; <https://www.demolenaar.nl/2019/09/30/bovaer-naam-van-dsm-additief-dat-methaan-reduceert/>
- Dijkstra, J., Bannink, A., France, J., Kebreab, E., van Gastelen, S., 2018. Short communication: Antimethanogenic effects of 3-nitrooxypropanol depend on supplementation dose, dietary fiber content, and cattle type. *J.Dairy Sci*. 101:9041-9047.
- Dijkstra, J., van Zijderveld, SM., Apajalahti, JA., Bannink, A., Gerrits, WJJ., Newbold, JR., Perdok, HB., Berends, H., 2011. Relationships between methane production and milk fatty acid profiles in dairy cattle. *Animal Feed Science and Technology*. 166-167: 590-595.

---

Duin, EC., Wagner, T., Shima, S., Prakash, D., Cronin, B., Yáñez-Ruiz, DR., Duval, S., Rümbeil, R., Stemmler, RT., Thauer, RK., Kindermann, M., 2016. Mode of action uncovered for the specific reduction of methane emissions from ruminants by the small molecule 3-nitrooxypropanol. PNAS. 113 (22): 6172–6177.

ECHA. Substance Info Card Bromoform European Chemicals Agency, gezien December 2020.  
<https://echa.europa.eu/nl/substance-information/-/substanceinfo/100.000.777>

Eger, M., Graz, M., Riede, S., Breves, G., 2018. Application of Mootral™ Reduces Methane Production by Altering the Archaea Community in the Rumen Simulation Technique. Front. Microbio. 9:2094.  
<https://doi.org/10.3389/fmicb.2018.02094>.

Engelke, SW., Daş, G., Derno, M., Tuchscherer, A., Wimmers, K., Rychlik, M., Kienberger, H., Berg, W., Kuhla, B., Metges, CC., 2019. Methane prediction based on individual or groups of milk fatty acids for dairy cows fed rations with or without linseed. J. Dairy Sci. 102:1788–1802.

EPA (United States Environmental Protection Agency), gezien December 2020;  
<https://www.epa.gov/sites/production/files/2016-09/documents/bromoform.pdf>

Exporior document a, 2018. Exporior™ (lubabegron Type A medicated article) Environmental Assessment for the use of Exporior™ (lubabegron Type A medicated article) for reduction of ammonia gas emissions per pound of live weight and hot carcass weight in beef steers and heifers fed in confinement for slaughter during the last 14 to 91 days on feed June 2018 Elanco US Inc 2500 Innovation Way Greenfield, IN 46140

Exporior document b, 2018. Exporior™ lubabegron Type A medicated article Type A medicated article to be used in the manufacture of Type B and Type C medicated feeds beef steers and heifers fed in confinement for slaughter For reduction of ammonia gas emissions per pound of live weight and hot carcass weight in beef steers and heifers fed in confinement for slaughter during the last 14 to 91 days on feed. Sponsored by: Elanco US Inc. Date of Approval: November 6, 2018 FREEDOM OF INFORMATION SUMMARY ORIGINAL NEW ANIMAL DRUG APPLICATION NADA 141-508.

FDA (United States Food and Drug Administration), gezien December 2020;  
[https://www.fda.gov/animal-veterinary/cvm-updates/fda-approves-exporior-reduction-ammonia-gas-released-beef-cattle-waste?utm\\_campaign=11-6-2018-Exporior&utm\\_medium=email&utm\\_source=Eloqua&elqTrackId=72A607B031EFD9AE495E2FFA7](https://www.fda.gov/animal-veterinary/cvm-updates/fda-approves-exporior-reduction-ammonia-gas-released-beef-cattle-waste?utm_campaign=11-6-2018-Exporior&utm_medium=email&utm_source=Eloqua&elqTrackId=72A607B031EFD9AE495E2FFA7)

Garsa, AK., Choudhury, PK., Puniya, AK., Dhewa, T., Malik, RK., Tomar, SK., 2019. Bovicins: The Bacteriocins of Streptococci and Their Potential in Methane Mitigation. Probiotics and Antimicrobial Proteins. 11:1403–1413.

GMP+, 2019. <https://www.gmpplus.org/nl/publications/gmp-news/2019-07-26-ambrosia-information/>

Goel, G., Makkar, H., 2012. Methane mitigation from ruminants using tannins and saponins. Tropical Animal Health and Production. 44:729–739.

Hristov, AN. Oh, J., Giallongo, F., Frederick, TW., Harper, MT., Weeks, HL., Branco, AF., Moate, PJ., Deighton, MH., Richard, S., Williams, O., Kindermann, M., Duval, S., 2015. An inhibitor persistently decreased enteric methane emission from dairy cows with no negative effect on milk production. PNAS. 112 (34): 10663–10668.

Klop, G., Dijkstra, J., Dieho, K., Hendriks, WH., Bannink, A., 2017. Enteric methane production in lactating dairy cows with continuous feeding of essential oils or rotational feeding of essential oils and lauric acid. J. Dairy Sci. 100:3563–3575.

Knoflook- Clinitox databank. [https://www.vetpharm.uzh.ch/giftdb/pflanzen/0049\\_tvm.htm](https://www.vetpharm.uzh.ch/giftdb/pflanzen/0049_tvm.htm)

- 
- Kvidera, SK., Dickson, MJ., Abuajamieh, M., Snider, DB., SanzFernandez, MV., Johnson, JS., Keating, AF., Gorden, PJ., Green, HB., Schoenberg, KM., Baumgard, LH., 2017. Intentionally induced intestinal barrier dysfunction causes inflammation, affects metabolism, and reduces productivity in lactating Holstein cows. *J. Dairy Sci.* 100:4113–4127.
- Lambrechts- gezien december 2020; <https://eostrace.be/artikelen/vijf-manieren-om-koeien-minder-methaan-te-laten-boeren>
- Martínez-Fernández, G., Martínez-Fernández, G., Abecia, L., Arco, A., Cantalapiedra-Hijar, G., Martín-García, AI., Molina-Alcaide, E., Kindermann, M., Duval, S., Yáñez-Ruiz, DR., 2014. Effects of ethyl-3-nitrooxy propionate and 3-nitrooxypropanol on ruminal fermentation, microbial abundance, and methane emissions in sheep. *J. Dairy Sci.* 97: 3790–3799.
- Martínez -Navarro, JF., 1990. Food poisoning related to consumption of illicit beta-agonist in liver. *Lancet.* 336(8726):1311.
- Muizelaar, W., Groot, M., van Duinkerken, G., Peters, R., Dijkstra, J. 2021. Safety and transfer study: Transfer of bromoform present in asparagopsis taxiformis to milk and urine of lactating dairy cows *Foods* 10(3), 584.
- Palmquist, DL., Conrad, HR., 1978. High Fat Rations for Dairy Cows. Effects on Feed Intake, Milk and Fat Production, and Plasma Metabolites. *J Dairy Sci* 61:890-901.
- Patterson, RRM. and Lima, N., 2010. How will climate change affect mycotoxins in food? *Food Research International* 43:1902–1914.
- RIVM, gezien December 2020; <https://www.rivm.nl/publicaties/combined-exposure-to-nitrate-and-nitrite-via-food-and-drinking-water-in-netherlands>
- Richtlijn 96/22/EG — Het verbod op het gebruik, in de veehouderij, van bepaalde stoffen met hormonale werking en van bepaalde stoffen met thyreostatische werking, alsmede van  $\beta$ -agonisten
- Rossi, G., Schiavon, S., Lomolino, G., Cipolat-Gotet, C., Simonetto, A., Bittante, G., Tagliapietra, F., 2015. Garlic (*Allium sativum* L.) fed to dairy cows does not modify the cheese-making properties of milk but affects the color, texture, and flavor of ripened cheese. *J. Dairy Sci.* 101:2005–2015.
- Roque, BM., Van Lingen, HJ., Vrancken, H., Kebreab, E., 2019. Effect of Mootral—a garlic- and citrus-extract-based feed additive—on enteric methane emissions in feedlot cattle. *Transl. Anim. Sci.* 2019.3:1383–1388.
- Rundveeloket a website, gezien December 2020; [https://www.rundveeloket.be/artikels/minder\\_methaan](https://www.rundveeloket.be/artikels/minder_methaan)
- Rundveeloket b website, gezien November 2020; ILVO. Nutritionele handvatten voor klimaatslim melken.
- Saponinen- Clinitox databank. <https://www.vetpharm.uzh.ch/perl/gplquery.pl>
- Šebek, LB., 2015. Nitraat voeren: methaan en N-kringloop. *Koeien & Kansen Nieuwsbrief*, (42), 2-2. <https://edepot.wur.nl/346994>
- Šebek, LB., Mosquera, J., Bannink, A., 2016. Rekenregels voor de enterische methaanemissie op het melkveebedrijf en reductie van de methaanemissie via mest-handling; het handelingsperspectief van het voerspoor inzichtelijk maken met de Kringloopwijzer. Lelystad: Wageningen Livestock Research, Wageningen University and Research.

---

Ten Have, H., 2014. Toekomst voor mais op het melkveebedrijf? V-focus.

Van Wesemael, D., Vandaele, L., Ampe, B., Cattrysse, H., Duval, S., Kindermann, M., Fievez, V., De Campeneere, S., Peiren, N., 2019. Reducing enteric methane emissions from dairy cattle: Two ways to supplement 3-nitrooxypropanol. J. Dairy Sci. 102:1780–1787.

Versteeg, D., 2016 in Veeteelt 1/2 385688 (wur.nl)

Went-de Vries, GF., Speijers, GJA., 1989. Nitraat: effecten en normen voor de mens. Nederlands Tijdschrift voor Geneeskunde.

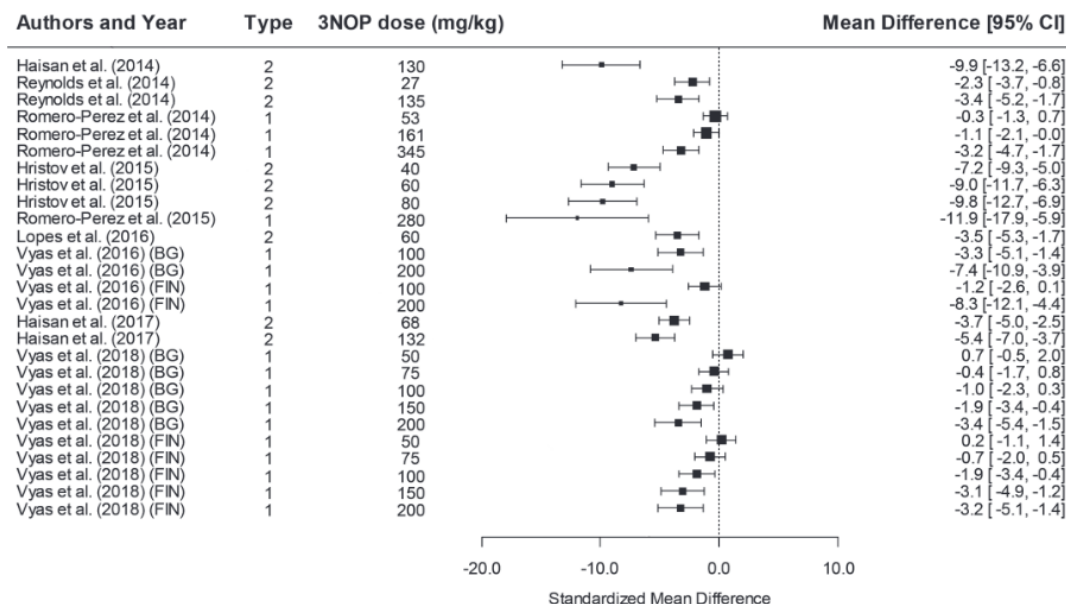
Wina, E., Muetzel, S., Becker, K., 2005. The Impact of Saponins or Saponin-Containing Plant Materials on Ruminant Productions. A Review. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 53: 8093–8105.

Zhang, L., Huang, X., Xue, B., Peng, Q., Wang, Z., Yan, T., Wang, L., 2015. Immunization against Rumen Methanogenesis by Vaccination with a New Recombinant Protein. PLOS. 13:1-13.

Zhang, J., Xu, X., Cao, Z., Wang, Y., Yang, H., Azarfar, A., Li, S., 2019. Effect of Different Tannin Sources on Nutrient Intake, Digestibility, Performance, Nitrogen Utilization, and Blood Parameters in Dairy Cows. Animals. 9, 507.

# Bijlage 1 Bovaer

Het volgende overzicht uit Dijkstra et al. (2018) geeft een overzicht over verschillende onderzoeken die met 3-nitrooxypropanol zijn doorgevoerd.



**Figure 1.** Forest plot showing 3-nitrooxypropanol (3NOP) dose (mg/kg of DM) and standardized mean difference (mean difference is calculated as NOP treatment mean – control treatment mean) in CH<sub>4</sub> production (g/d) for beef (type = 1) and dairy (type = 2) cattle studies. BG = background diet; FIN = finishing diet. The black squares represent the power of the study (i.e., greater sample sizes and smaller confidence intervals are indicated by a larger box).

Journal of Dairy Science Vol. 101 No. 10, 2018

Het wordt verwacht dat Bovaer ca eind 2020 begin 2021 een toelating zou krijgen voor de Europese markt.

<https://www.nieuweoogst.nl/nieuws/2019/10/01/dsm-test-methaanremmer-op-dairy-campus>

<https://www.dsm.com/corporate/solutions/climate-energy/minimizing-methane-from-cattle.html>

[ABOUT](#)
[SOLUTIONS](#)
[SCIENCE & INNOVATION](#)
[SUSTAINABILITY](#)
[NEWS](#)
[INVESTORS](#)
[CAREERS](#)

## Putting our competences to work

Intense collaboration among scientists and experts in nutrition, biology, chemistry, engineering and analytics across the globe has made Bovaer a reality. That endeavor, known as Project Clean Cow, encompassed 10 years, over 30 on-farm trials, and more than 25 peer-reviewed studies published in independent scientific journals.

Bovaer is the most extensively studied and scientifically proven solution to the challenge of burped methane to date. No negative impact on animal welfare, feed consumption or performance has ever been identified. After blocking methane production in the stomach, Bovaer is broken down into natural compounds and eliminated by the cow's normal digestive processes. Consistently reducing the methane emissions from cattle.





## Product Information

### AGOLIN RUMINANT

<b>Description:</b>	AGOLIN RUMINANT is a blend of flavouring compounds for animal nutrition. Appearance: white / beige Structure: free flowing, non-dusty micro-beads Odour: coriander like
<b>Active ingredients:</b>	AGOLIN RUMINANT is a carefully balanced combination of micro-encapsulated essential oil compounds in their natural / nature-identical form. All active substances are of high purity and are accepted for use under current European and USA animal feed and human food legislation.
<b>Mode of action:</b>	AGOLIN RUMINANT helps to optimise feed intake.
<b>Utilisation:</b>	For feed production only.
<b>Recommended dosage:</b>	Dairy cows 0.8 – 1.2 g / head / day. Beef cattle 150 – 200 mg / 100 kg live weight / day. Sheep and goats 0.1 g / head / day.
<b>Incorporation:</b>	AGOLIN RUMINANT should be incorporated into premixes or concentrates prior to mixing in feed in order to ensure a homogenous distribution.
<b>Storage:</b>	Store in a dry place and at less than 25°C. Once opened, contents should be used within a short period of time. Carefully seal the package after each withdrawal. Avoid storage of AGOLIN RUMINANT in plastic or plexiglass containers.
<b>Expiry date:</b>	18 months after production.
<b>Stability:</b>	AGOLIN RUMINANT is stable in premixes, concentrates as well as in mash and pelleted feed.
<b>Palatability:</b>	At the recommended dosage AGOLIN RUMINANT is readily accepted.
<b>Compatibility:</b>	AGOLIN RUMINANT carries no known incompatibilities with other commonly used feed additives such as yeasts, probiotics, etc.
<b>Tolerance:</b>	At ten times the recommended level, feed intake and the health status of the animals is not affected.
<b>Safety for non-target animals:</b>	Agolin Ruminant presents no known risk to non-target animals.
<b>Packaging:</b>	AGOLIN RUMINANT is available in 25 kg cardboard boxes with a polyethylene inner bag.



## Product Information

<b>Quality control:</b>	AGOLIN RUMINANT is subject to a strict quality control procedure before release for distribution.
<b>Health and safety data sheets:</b>	Available upon request.
<b>Legislation:</b>	<p>For EU countries, AGOLIN RUMINANT is classified as a premixture of flavouring compounds in line with EU legislation including Regulation (EC) 1831/2003 on additives for use in animal nutrition and Directive 2002/32/EC on undesirable substances in animal feed.</p> <p>For the United States, all flavour ingredients contained in AGOLIN RUMINANT are FDA approved.</p> <p>Furthermore, all flavouring compounds used in the AGOLIN products are approved for food and appear on the FEMA/GRAS lists.</p>

Dec 2020

### Legal Notice:

The above information is believed to be correct but does not purport to be all inclusive and shall be used only as a guide. It may not be valid if used with other product(s) or in any process. It remains the user's own responsibility to make sure that the information is appropriate and complete for his special use of this product. The company shall not be held liable for any damage resulting from handling or from contact with the above product.

Agolin SA  
Rte de la Picarde, 1145 Bière (Switzerland)  
tel. +41 (0)21 807 03 34, fax +41 (0)21 807 03 35, [info@agolin.com](mailto:info@agolin.com)



## Product Information

### AGOLIN RUMINANT L

<b>Description:</b>	AGOLIN RUMINANT L is a blend of flavouring compounds for animal nutrition. Appearance: transparent, slightly yellow Structure: liquid, water dispersible Odour: coriander like
<b>Active ingredients:</b>	AGOLIN RUMINANT L is a carefully balanced combination of essential oil compounds in their natural / nature-identical form. All active substances are of high purity and are accepted for use under current European animal feed and human food legislation.
<b>Mode of action:</b>	AGOLIN RUMINANT L helps to optimise feed intake.
<b>Utilisation:</b>	For feed production only.
<b>Recommended dosage:</b>	Dairy cows 0.8 – 1.2 g / head / day. Beef cattle 150 – 200 mg / 100 kg live weight / day. Sheep and goats 0.1 g/head/day
<b>Incorporation:</b>	AGOLIN RUMINANT L should be incorporated in premixes prior to mixing in feed in order to ensure a homogenous distribution.
<b>Storage:</b>	Store in a dry place and at less than 25°C. Once opened, contents should be used within a short period of time. Carefully seal the container after each withdrawal. Avoid storage of AGOLIN RUMINANT L in plastic or plexiglass containers.
<b>Expiry date:</b>	18 months after production.
<b>Stability:</b>	AGOLIN RUMINANT L is stable in premixes, concentrates as well as in mash, pelleted or expanded feed.
<b>Palatability:</b>	At the recommended dosage AGOLIN RUMINANT L is readily accepted.
<b>Compatibility:</b>	AGOLIN RUMINANT L carries no known incompatibilities with other commonly used feed additives such as yeasts, probiotics, etc.
<b>Tolerance:</b>	At three times the recommended level, feed intake might be reduced.
<b>Safety for non-target animals:</b>	AGOLIN RUMINANT L presents no known risk to non-target animals.
<b>Packaging:</b>	AGOLIN RUMINANT L is available in 20 to 200 kg drums



## Product Information

<b>Quality control:</b>	AGOLIN RUMINANT L is subject to a strict quality control procedure before release for distribution.
<b>Health and safety data sheets:</b>	Available upon request.
<b>Legislation:</b>	<p>For EU countries, AGOLIN RUMINANT L is classified as a premixture of flavouring compounds in line with EU legislation including Regulation (EC) 1831/2003 on additives for use in animal nutrition and Directive 2002/32/EC on undesirable substances in animal feed.</p> <p>For the United States, all flavour ingredients contained in AGOLIN RUMINANT L are FDA approved.</p> <p>Furthermore, all flavouring compounds used in the AGOLIN products are approved for food and appear on the FEMA/GRAS lists.</p>

Jan. 2021 2020

## Bijlage 3 Bromoform-houdend roodwier

### Korte beschrijving dierproef en gehalten bromoform in melk en urine

Dierproef WUR: De dierproef is uitgevoerd op de Dairy Campus bij melkvee in het kader van een PPS. Doel was te kijken naar mogelijke overdracht van bromoform naar melk, vlees en urine. Het bromoformgehalte van de gebruikte *Asparagopsis taxiformis* was 1.26 mg/g DM (droge stof).

Hierbij kregen de dieren 3 doseringen roodwier.

- Lage dosering (doeldosering) 70 gram per dier per dag (8 dieren)
- Medium dosering: 140 gram per dier per dag (2 dieren)
- Hoge dosering (worst case): 350 gram per dier per dag (2 dieren).

Plan was om de dieren 28 dagen het wier te voeren en te kijken naar overdracht naar melk, vlees, lever, urine en mest.

Uit de proef bleek een aantal zaken:

- Het wier werd slecht opgenomen door de koeien, bij de lage dosering hebben 2 van de 8 koeien langdurig wier gegeten. Bij de medium en hoge dosering weigerden de dieren na een aantal dagen om het wier te eten. De proef is dan ook voortijdig afgebroken (op dag 19 i.p.v. dag 28).
- Bromoform kon worden terug gevonden in de melk en in de urine (alle doseringen)
- Twee dieren die langdurig de lage dosering hadden gegeten vertoonden hyperkeratose en pustels in de pens.

**Table B3.1** Levels of CHBr<sub>3</sub> measured in urine, manure and milk, averaged per treatment when values are above detection limit.

Day	Treatment	CHBr <sub>3</sub> Urine (µg/L)	CHBr <sub>3</sub> Manure(µg/kg)	CHBr <sub>3</sub> Milk (µg/L)
-2	Low	<1	<20	<5
	Medium	<1	<20	<5
	High	<1	<20	<5
-1	Low	<1	<20	<5
	Medium	<1	<20	<5
	High	<1	<20	<5
1	Low	10	<20	9.11
	Medium	50	<20	11
	High	114	<20	<52
9	Low			<5
	Medium			<5
	High			353
10	Low	894	<20	<5
	Medium	148	<20	<5
	High	127	<20	<5
17	Low	<2	<20	<5
	Medium	<2	<20	<5
	High	<2	<20	<5

1 Average based on 5 out of 8 animals, 3 were below detection limit

2 See the seaweed-mix intake in section 2.3.1

3 Only 1 cow was above detection limit

4 Values ranged from 6–267µg/L over all cows

Van de proef is een rapport in de maak (waaruit deze tabel 5) en er wordt een publicatie over geschreven.

---

## Achterliggende literatuur

Eerder onderzoek liet zien dat rood zeewieren (*Asparagopsis taxiformis* en *A. armata*) de methaanproductie in vitro kunnen verlagen (Machado et al. 2014, 2018; Kinley et al. 2016), waarbij een reductie van 99% werd bereikt bij een dosering van 2% op basis van organische stof (Machado et al. 2016a). Bromoform (CHBr<sub>3</sub>) werd gezien als de meest waarschijnlijke actieve component die in voldoende hoeveelheid in het wier (*A. taxiformis*) aanwezig was, hoewel ook andere gehalogeneerde metabolieten werden gevonden (o.a. dibromochloromethaan) (Machado et al. 2016b). Het onderliggend werkingsmechanisme van deze gehalogeneerde metabolieten is waarschijnlijk gelinkt aan de verminderde efficiëntie van de cobamide-afhankelijke methyltransferasestap, door interactie met verminderd vitamine B12 (Wood et al. 1968), wat een belangrijke stap is in het CH<sub>4</sub> metabolisme van methaan-producerende micro-organismen.

In vivo onderzoek bij schapen liet zien dat *A. taxiformis* een methaanreductie tot 80% liet zien bij een 3% inclusie op basis van organische stof (Li et al. 2018). Echter, in deze studie moesten 3 dieren uit de proef worden gehaald omdat ze onvoldoende voer opnamen, en 11 schapen weigerden regelmatig het voer of aten het maar gedeeltelijk op. Bij sectie liet een aantal schapen granulomateuze en keratotische veranderingen van het slijmvlies van de pens zien (Li et al., 2018). Bij melkvee werd de methaan-productie tot meer dan 50% verlaagd als *A. Taxiformis* (bromoformgehalte 1.32 mg/g droge stof) in het dieet was opgenomen (Roque et al. 2019). De droge stof opname van de koeien verminderde significant met 10,6 en 38,0% bij respectievelijk 0,5 en 1% inclusie op basis van organische stof. Ook de melkproductie en het eiwitgehalte in de melk was lager bij de 1% dieren. In deze studie werden bij de controledieren ook lage gehalten bromoform in de melk gevonden, welke bij behandeling niet significant stegen (Roque et al. 2019).

Voor drinkwater in de USA zijn normen voor bromoform gesteld op 80 µg/L (US EPA, 2008), in onze proef werden gehalten in melk gemeten van 9-35 µg/L.

Toxicologisch onderzoek met bromoform is alleen uitgevoerd bij ratten en muizen, er zijn geen data van herkauwers beschikbaar. Ook zijn er geen data van de toxiciteit van bromoform op een drager van rood zeewier beschikbaar. Bromoform gaf bij ratten en muizen een verhoging van het koolmonoxide gehalte in het bloed wat kan leiden tot carboxyhemoglobine (Anders et al., 1978) en bij mannelijke muizen werden lever en nierafwijkingen gezien (Condie et al., 1983).

## Literatuur

- Anders MW, Stevens JL, Sprague RW, et al (1978) Metabolism of haloforms to carbon monoxide. II. In Vivo Studies. *Amercian Soc Pharmacol Exp Ter* 6:556–560. [https://doi.org/10.1016/0009-2797\(81\)90121-6](https://doi.org/10.1016/0009-2797(81)90121-6)
- Condie LW, Smallwood CL, Laurie RD (1983) Comparative Renal and Hepatotoxicity of Halomethanes: Bromodichloromethane, Bromoform, Chloroform, Dibromochloromethane and Methylene Chloride. *Drug Chem Toxicol* 6:563–578. <https://doi.org/https://doi.org/10.3109/01480548309017810>
- EFSA Panel on Additives and Products or Substances used in Animal Feed (FEEDAP) (2012) Guidance for establishing the safety of additives for the consumer. *EFSA J* 10:2537. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2012.2537>
- Kinley RD, Vucko MJ, de Nys R, et al (2016) The red macroalgae *Asparagopsis taxiformis* is a potent natural antimethanogenic that reduces methane production during in vitro fermentation with rumen fluid. *Anim Prod Sci* 56:282–289. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1071/AN15576>
- Li X, Hayley N, Kinley RD, et al (2018) *Asparagopsis taxiformis* decreases enteric methane production from sheep. *Anim Prod Sci* 58:681–688. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1071/AN15883>
- Machado L, Magnusson M, Paul NA, et al (2014) Effects of marine and freshwater macroalgae on in vitro total gas and methane production. *PLoS One* 9:. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0085289>

- 
- Machado L, Magnusson M, Paul NA, et al (2016a) Dose-response effects of *Asparagopsis taxiformis* and *Oedogonium* sp. on in vitro fermentation and methane production. *J Appl Phycol* 28: 1443–1452. <https://doi.org/10.1007/s10811-015-0639-9>
- Machado L, Magnusson M, Paul NA, et al (2016b) Identification of bioactives from the red seaweed *Asparagopsis taxiformis* that promote antimethanogenic activity in vitro. *J Appl Phycol* 28: 3117–3126. <https://doi.org/10.1007/s10811-016-0830-7>
- Machado L, Tomkins N, Magnusson M, et al (2018) In Vitro Response of Rumen Microbiota to the Antimethanogenic Red Macroalga *Asparagopsis taxiformis*. *Microb Ecol* 75:811–818. <https://doi.org/10.1007/s00248-017-1086-8>
- Mink FL, Brown TJ, Rickabaugh J (1986) Absorption, distribution, and excretion of 14 C-trihalomethanes in mice and rats. *Bull Environ Contam Toxicol* 37:752–758. <https://doi.org/10.1007/BF01607835>
- NTP (National Toxicology Program) (1989) Toxicology and Carcinogenesis Studies of Tribromomethane (Bromoform) (CAS NO. 75-25-2) in F344/N Rats and B6C3F1 Mice (Gavage Studies)
- Roque BM, Salwen JK, Kinley R, Kebreab E (2019) Inclusion of *Asparagopsis armata* in lactating dairy cows' diet reduces enteric methane emission by over 50 percent. *J Clean Prod* 234:132–138. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.06.193>
- US EPA, United States Environmental Protection Agency, 2008. Edition of the Drinking Water Standards and Health Advisories Table 822-F-18-001. <https://www.epa.gov/sites/production/files/2018-03/documents/dwtable2018.pdf>.
- Wood JM, Kennedy FS, Wolfe RS (1968) The Reaction of Multihalogenated Hydrocarbons with Free and Bound Reduced Vitamin B 12. *Biochemistry* 7:1707–1713. <https://doi.org/10.1021/bi00845a013>



---

## Bijlage 4 Motraal

Korte beschrijving van onderzoeken naar de sensorische invloed van knoflook en etherische oliën op producten.

### **Mogelijke (sensorische) bijwerkingen knoflook**

Rossi et al., 2018 deden onderzoek bij 4 koeien die of knoflook (100 of 400 gram per dag) of diallyl sulfide 2 gram/dag in voer, of controlevoer kregen. De dieren kregen de supplementen in 4 achtereenvolgende periodes in een 4 x 4 Latin Square methode. Elke periode bestond uit 7 dagen overgangperiode en 14 dagen behandeling. De diallyl-sulfide zou ongeveer dezelfde hoeveelheid diallyl sulfide geven als 100 gram verse knoflook. De dieren kregen TMR te eten. Op dag 18 en 21 van elke periode is 10 liter melk van elke koe bemonsterd voor chemische analyse en om kaas van te maken. De organoleptische eigenschappen van de melk en van 63 gerijpte kazen werd beoordeeld door een getraind smaakpanel van 7 personen. De experimentele voeders hadden geen effect op voeropname, voeder efficiëntie, melk stremmingseigenschappen of kaasopbrengst. Knoflookachtige geur en smaak van de melk en de kaas waren significant beïnvloed door de behandeling, met name de hoogste dosering verse knoflook. Er was een sterke relatie tussen knoflookgeur en knoflookmaak bij kaas en melk. Diallyl sulfide en 400 gram knoflook per dag gaf een lagere pH en andere textuureigenschappen van gerijpte kaas vergeleken met de overige behandelingen. Knoflook vers en diallylsulfide hadden tegenovergestelde effecten op de kleur van de kaas. Er werd geconcludeerd dat 4 ons verse knoflook per dag de sensorische en reologische eigenschappen van de kaas sterk beïnvloedt.

#### *Bron*

Rossi, G., Schiavon, S., Lomolino, G., Cipolat-Gotet, C., Simonetto, A., Bittante, G., Tagliapietra, F., 2015. Garlic (*Allium sativum* L.) fed to dairy cows does not modify the cheese-making properties of milk but affects the color, texture, and flavor of ripened cheese. *J. Dairy Sci.* 101:2005–2015.

### **Mogelijke (sensorische) bijwerkingen etherische oliën**

In ander onderzoek is gekeken naar de overdracht van etherische oliën (EO) vanuit het voer naar de melk (Hallier et al., 2013). De koeien kregen controlevoer, of controlevoer met 300 mg/kg essentiële olie. Deze twee voeders werden gecombineerd om 2 verschillende doseringen te krijgen. De normale dosering van 60 mg EO/koe per dag en de hoge dosering van 120 mg EO per koe per dag. Er werden 30 koeien gebruikt die na een voorperiode van drie weken alleen controlevoer, kregen 10 koeien de lage dosering EO en 10 koeien de hoge dosering EO gedurende 4 weken. Dit experiment is 2x uitgevoerd bij verschillende groepen koeien. De gebruikte componenten waren carvacrol, thymol, cinnamaldehyde, en diallyl disulfide, in zuivere vorm. De melk is op 3 tijdstippen bemonsterd, aan het eind van de voorperiode, en 4 weken later op twee opeenvolgende dagen. Het onderzoek werd gebruikt om een methode te ontwikkelen voor het aantonen van EO in melk. Eerst is blanco melk gespyked met de EO en gemeten met Headspace-SPME (solid phase micro-extraction) GCMS (Gas Chromatography-Mass Spectrometry). De melk van de experimentele koeien werd gemeten, maar daar werd niets in terug gevonden. Wel was er een effect op de melkgift die iets daalde (2-4 liter, terwijl het vet- en eiwitgehalte steeg (resp. van 2.7 naar 3.8 en van 1.7 naar 3.6). De auteurs verklaren het niet terug kunnen vinden van de essentiële oliën door het snelle metabolisme en uitscheiding in de urine van deze stoffen. Vergeleken met het onderzoek van Rossi kregen de dieren hier veel minder diallyl sulfide per dier, namelijk 120 mg in plaats van 2 gram per dier per dag. Jammer is dat er hier niet naar de sensorische eigenschappen van de melk is gekeken.

#### *Bron*

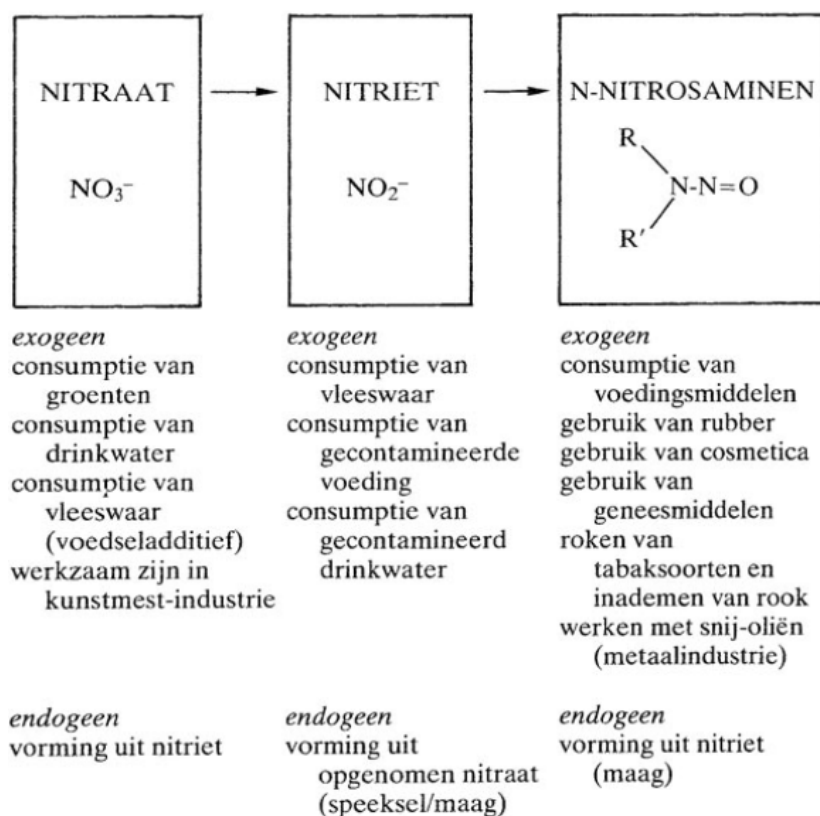
Hallier, A., Noirot, V., Medina, B., Leboeuf, L., Cavret, S., 2013. Development of a method to determine essential oil residues in cow milk. *J Dairy Sci.* 1447-1457.

## Bijlage 5    Nitraat

De mens wordt met name via voedsel (groentes) en drinkwater aan nitraat en zijn metabolieten blootgesteld (Bryan et al., 2012).

De bijdrage van nitraat en nitraat metabolieten aan de ontwikkeling van kanker – en met name van het maag kanker wordt in de literatuur controversie bediscussieerd (Bryan et al., 2012, Went-de Vries en Speijers, 1989).

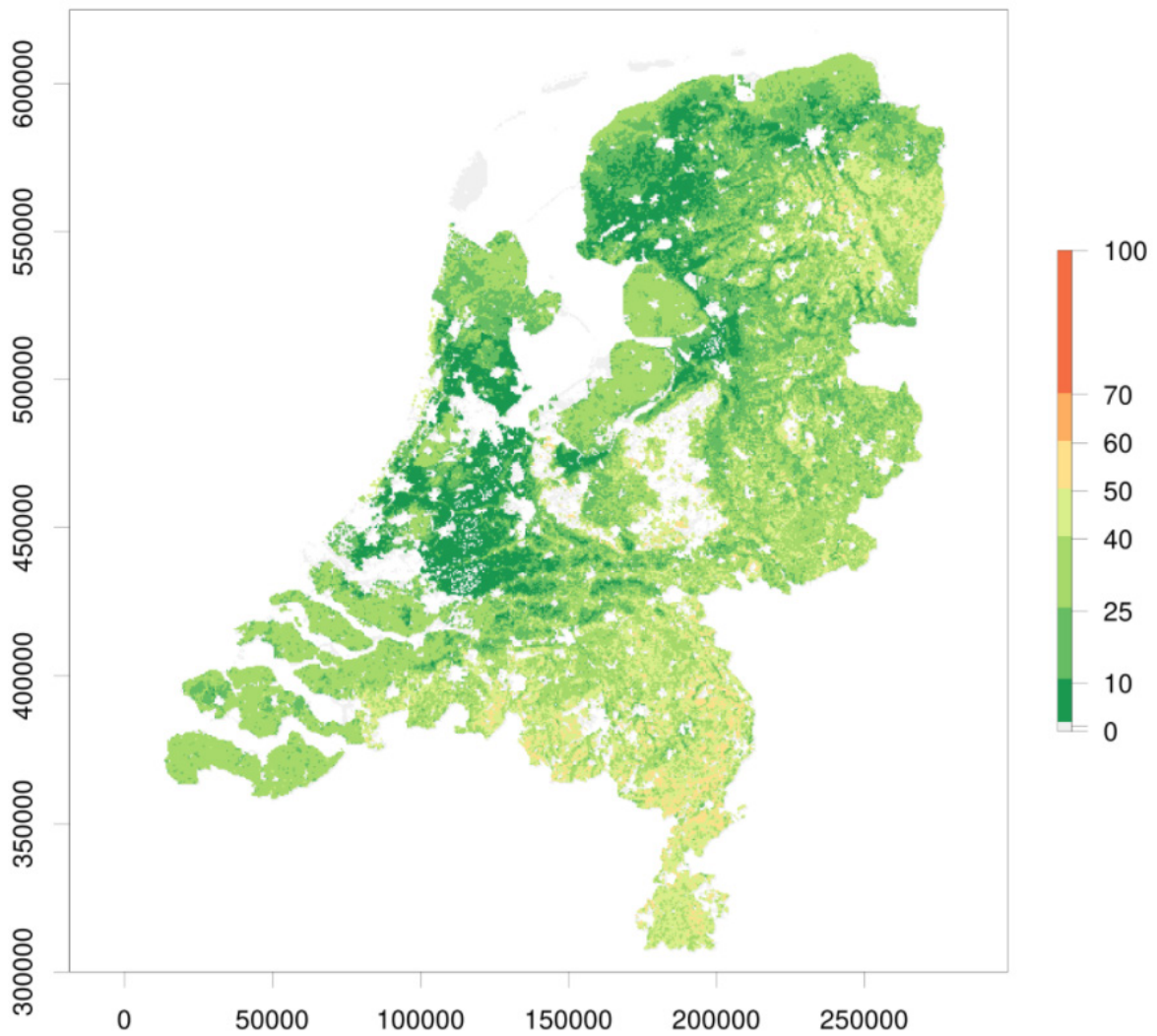
Went-de Vries en Speijers geven een overzicht over de toxiciteit van nitraat voor de mens.



FIGUUR 1. Mogelijkheden van blootstelling aan nitraat, nitriet en N-nitrosaminen bij de mens. (R en R' zijn alkylgroepen.)

Het RIVM heeft eind 2020 een rapport gepubliceerd waarin een nieuwe rekenmethode wordt gebruikt om de blootstelling aan nitraat en nitriet voor mensen in Nederland in kaart wordt gebracht. <https://www.rivm.nl/publicaties/combined-exposure-to-nitrate-and-nitrite-via-food-and-drinking-water-in-netherlands> gezien op 11.12.2020

Ook heeft het RIVM een Nitraatkaart van Nederland gepubliceerd: <https://www.rivm.nl/landelijk-meetnet-effecten-mestbeleid/nieuwsbrieven-landelijk-meetnet-effecten-mestbeleid/landelijk-beeld-van-nitraatconcentraties-nitraatkaart-van-nederland> gezien op 07.12.2020.



Voor het eerst worden weer stijgende nitraat metingen in het water op landbouwbedrijven gerapporteerd <https://www.rivm.nl/nieuws/nitraatrapportage-2020-sinds-2017-weer-stijging-nitraat-in-water-op-landbouwbedrijven> gezien op 11.12.2020.

## Bijlage 6 Meer mais voeren

Becker- Algeri et al (2016) geven een overzicht over mycotoxinen in melk en melkproducten in verschillende landen.

Mycotoxins in bovine milk...

**Table 1—International limits for AFM<sub>1</sub> in milk and dairy products for human consumption.**

Country	Raw milk (µg/kg)	Dairy derivatives (µg/kg)
EUROPEAN UNION	0.05	0.05
Germany	0.05	—
Belgium	0.05	—
Italy	—	0.01 (foods for children)
Sweden	—	0.05 (fluid milk foods)
Uruguay	0.5	0.5
Barbados	0.05	—
Cyprus	0.5	0.5
Mauritius	10	10
Austria	—	—
	0.05; 0.01 (infant pasteurized milk)	0.02 (butter); 0.25 (cheese); 0.40 (powder milk)
France	0.05; 0.03 (for children <3 years old)	0.05; 0.03 (for children <3 years old) (powder milk)
Switzerland	0.05	0.025 (whey and its products); 0.25 (cheese); 0.02 (butter); 0.10 (powder milk)
Bulgaria	0.50	0.1 (powder milk); 0 (powder milk and infant foods); 0.02 (infant foods)
Romania	0	—
Czech Republic	0.50	5; 0.1 (infant foods)
EUA	—	0.50
Brazil	*—	0.50 (fluid milk); 5.0 (powder milk); **2.5g/kg (cheese)
Argentina	0.05	0.50; 0.05 (powder milk)
Honduras	0.05	0.25 (cheese); 0.02 (infant foods)
Nigeria	1	—
Egypt	0	0
Turkey	0.05	0.25 (cheese)
MERCOSUL	0.5	5.0 (powder milk)

Source: Adapted from Kanoun-Grigoriadou and others (2005)

\*There is no legislation for raw milk in Brazil.

<sup>b</sup> Limit set by Brazil (2011)

**Table 2—Occurrence of AFM<sub>1</sub> contamination in bovine milk.**

Country	Sample	Frequency (%)	Min–Max (µg/L)	Reference
Serbia	Pasteurized milk	(35/36) 97.2	0.06–1.2	Kos and others (2014)
	UHT milk	(69/70) 98.5	0.02–0.41	
	Organic milk	(6/6) 100	0.01–0.08	
	Raw milk	(40/40) 100	0.08–1.2	
	Raw milk	(382/678) 56.3	0.282–0.358	
Lebanon	Heat treated milk	(143/438) 32.6	0.09–0.145	Tomasevic and others (2015)
	Raw milk	(28/38) 73.6	0.0026– 0.126	
	Pasteurized milk	(17/25) 68.0	0.0033–0.084	
	Powder milk	(5/14) 35.7	0.0092–0.016	
Spain	UHT milk	(68/72) 94.4	0.002–0.014	Cano-Sancho and others (2010)
Brazil	Pasteurized milk	(26/30) 87	0.009–0.437	
	UHT milk	(13/17) 76	0.008–0.215	Iha and others (2013)
	Milk with additives	(13/17) 76	0.009–0.061	
	Powder milk	(12/12) 100	0.02–0.76	
	Infant formula	(0/7) 0	–	
	Fluid milk	(26/65) 40	0.009–0.069	
	Powder milk	(2/4) 50	0.5–0.81	Jager and others (2013)
	UHT milk	(23/75) 30.7	1.0–4.1	
	UHT milk	(133/152) 87.5	0.002–0.121	Oliveira and others (2013)
	Raw milk	(48/100) 48	0.002–0.08	
	UHT and pasteurized milk	(11/40) 27.5	0.007–0.07	Silva and others (2015)
Portugal	Infant formula	(2/185) 1.1	0.012–0.015	Lee and others (2009)
Italy	Raw milk	(240/240) 100	0.05–0.101	Duarte and others (2013)
Thailand	Fluid milk	(43/50) 86	0.001–0.030	Meucci and others (2010)
Turkey	UHT milk	(75/129) 58.1	0–0.544	Ruangwises and Ruangwises (2010)
Morocco	UHT milk	(67/100) 67	0.01–0.63	Ertas and others (2011)
	Pasteurized milk	(54/61) 88.8	0.001–0.117	Unusan (2006)
	Infant formula	(17/18) 94	0.143–0.77	Tekinsen and Eken (2008)
India	Pasteurized milk	(44/48) 90.9	0.002–0.083	Zinedine and others (2007a)
Taiwan	Raw milk	(85/111) 76.6	0.015–0.28	Rastogi and others (2004)
Iran	Pasteurized milk	(83/116) 71.5	0.006–0.528	Rastogi and others (2004)
China	UHT milk	(68/109) 62.3	0.006–0.516	Kamkar (2006)
	Raw milk	(12/12) 100	0.16–0.5	Fallah (2010)
	Raw milk	(45/200) 32.5	0.005–0.06	
	UHT milk	(84/153) 54.9	0.006–0.16	Pei and others (2009)
Sudan	Pasteurized milk	(25/26) 96.2	0.023–0.154	Han and others (2013)
	Raw milk	(42/44) 95.5	0.22–6.9	
Pakistan	Raw milk	(76/107) 71	0.004–0.845	Zheng and others (2013)
Croatia	Raw milk	(72/3543) 2	0.006–0.027	Elzupir and Elhussein (2010)
				Iqbal and Asi (2013)
				Bilandzic and others (2015)

**(lubabegron Type A  
medicated article)**

For Use in Feeds for Beef Steers and Heifers Fed in Confinement for Slaughter

**Important:** For further manufacturing only, Exporior 10 must be thoroughly mixed into feeds before use. Follow label directions.

**Active Drug Ingredient:** Lubabegron (as lubabegron fumarate) - 10 g per kg (4.54 g per lb)

**Inert Ingredients:** Corn cob grits, mineral oil, citric acid.

**Indications for Use:**

For reduction of ammonia gas emissions per pound of live weight and hot carcass weight in beef steers and heifers fed in confinement for slaughter during the last 14 to 91 days on feed.

Effectiveness has not been demonstrated when fed for less than 14 days.

Ammonia gas emissions were measured for individual animals or small groups of animals held in environmentally controlled facilities. Based on existing information, reliable predictions of the reduction of ammonia gas emissions cannot be made on a herd, farm, or larger scale.

Increased rate of weight gain, improved feed efficiency, and increased carcass leanness have not been demonstrated with this product.

**Mixing Directions:** Thoroughly mix Exporior 10 Type A medicated article in a ton of appropriate feed ingredients according to the table below to obtain the proper concentration in the Type B medicated feed (maximum 720 g/ton). The following table gives examples of how some Type B medicated feed concentrations can be prepared:

Pounds of Exporior 10 Type A <sup>a</sup> To Add Per Ton To Make a Type B Medicated Feed	Resulting lubabegron Concentration in Type B Medicated Feed <sup>b</sup>	
	grams/ton	grams/pound
9.9	45	0.02
77.1	350	0.17
158.6	720	0.36

<sup>a</sup> Exporior 10 contains 4.54 grams of lubabegron per pound  
<sup>b</sup> Based on 90% Dry Matter Basis

Thoroughly mix Exporior 10 Type A medicated article in a ton of complete cattle feed according to the table below to obtain the proper concentration in the Type C medicated feed. You must prepare an intermediate pre-blend by thoroughly mixing the required amount of Exporior 10 Type A medicated article in a convenient quantity of feed ingredients, and then add the pre-blend to the remaining feed ingredients to make a complete feed.

Pounds of Exporior 10 Type A <sup>a</sup> To Add Per Ton To Make a Type C Medicated Feed	Resulting lubabegron Concentration (g/ton) in Type C Medicated Feed <sup>b</sup>
0.28 <sup>c</sup>	1.25
0.55	2.50
1.00	4.54

<sup>a</sup> Exporior 10 contains 4.54 grams of lubabegron per pound

<sup>b</sup> Based on 90% Dry Matter Basis

<sup>c</sup> Rounded value

**Feeding Directions:** Feed 1.25 to 4.54 g/ton (1.39 to 5 ppm) of complete feed (90% dry matter basis) to provide 13-90 mg lubabegron/head/day continuously to beef steers and heifers fed in confinement for slaughter as the sole ration during the last 14 to 91 days on feed.

**Caution:** Not approved for use in breeding animals because safety and effectiveness have not been evaluated in these animals. Do not allow horses or other equines access to feed containing Exporior 10. A decrease in dry matter intake may be noticed in some animals.

**Warnings:**

**No withdrawal period is required when used according to labeling.**

**User Safety Warning:** The active ingredient in Exporior 10, lubabegron, is a beta-adrenergic agonist/antagonist. Individuals with cardiovascular disease should exercise special caution to avoid exposure. Not for human use. Keep out of reach of children. When mixing and handling Exporior 10, use protective clothing, impervious gloves, protective eye wear, and a NIOSH-approved dust mask. Operators should wash thoroughly with soap and water after handling. If accidental eye contact occurs, immediately rinse thoroughly with water; if wearing contact lenses, rinse eyes first, then remove contact lenses and continue to rinse for 5-20 minutes. If irritation persists, seek medical attention. The safety data sheet contains more detailed occupational safety information. To report adverse drug events, access medical information, or obtain additional product information, call Elanco US Inc. at 1-800-428-4441. For additional information about adverse drug experience reporting for animal drugs, contact FDA at 1-888-FDA-VETS or <http://www.fda.gov/reportanimalae>

Lot No:

Expiry Date:

**Storage Information:** Store at or below 25°C (77°F). Excursions permitted to 30°C (86°F).

Not to be used after the date printed on the bag.

Restricted Drug (California) – Use Only as Directed

Approved by FDA under NADA #141-508

Manufactured For: Elanco US Inc.  
2500 Innovation Way  
Greenfield, IN 46140, U.S.A.

Exporior, Elanco and the diagonal bar logo are trademarks of Elanco or its affiliates.

**Net Weight 10 kg  
(22.04 lb)**



YL102499X







47 ppm) of lubabegron in the feed. To ensure adequate mixing, an intermediate blending  
48 step should be performed prior to manufacturing a complete feed.

49

50 **FEEDING DIRECTIONS:**

51 Feed continuously to beef steers and heifers fed in confinement for slaughter as the  
52 sole ration during the last 14 to 91 days prior to slaughter.

53

54 **WARNINGS:**

- 55 1. No withdrawal period is required in beef cattle when treated according to the label.  
56 2. Do not use in calves to be processed for veal.  
57 3. Do not use in lactating dairy cattle.  
58 4. The active ingredient in Experior 10, lubabegron, is a selective beta-adrenergic  
59 modulator (agonist and antagonist). Individuals with cardiovascular disease should  
60 exercise special caution to avoid exposure.  
61 5. Experior 10 poses a low dust potential under usual conditions of handling and  
62 mixing. When mixing and handling Experior 10, avoid inhalation, oral exposure and  
63 direct contact with eyes or skin. Use protective clothing, impervious gloves and an  
64 approved dust mask. Operators should wash thoroughly with soap and water after  
65 handling.  
66 6. If accidental eye or skin contact occurs, immediately rinse thoroughly with water; if  
67 wearing contact lenses, rinse eyes first, then remove contact lenses and continue to  
68 rinse for 5-20 minutes. If irritation persists, seek medical attention.  
69 7. Not for use in humans.  
70 8. Keep out of reach of children.

71

72 **CAUTIONS:**

- 73 1. Do not use in animals intended for breeding because safety and effectiveness have  
74 not been evaluated in these animals.  
75 2. Do not use concurrently with beta-adrenergic agonists such as ractopamine and  
76 zilpaterol.  
77 3. Do not allow horses or other equines access to feed containing Experior 10.  
78 4. A decrease in dry matter intake may be noticed in some animals.

79

80 **ADVERSE REACTIONS:**

81 To report suspected adverse drug events or for technical assistance, contact Elanco at  
82 1-800-265-5475.

83

84 **STORAGE:**

85 Store at or below 25°C. Excursions permitted to 30°C.

86

87 Experior, Elanco and the diagonal bar logo are trademarks of Elanco or its affiliates.

88

Elanco Canada Limited  
150 Research Lane, Suite 120  
Guelph, Ontario N1G 4T2

<TAKE TIME OBSERVE LABEL  
DIRECTIONS SYMBOL>

89 **LOT:**

Experior™10 10kg Bag Label

21Nov2019



---

## Bijlage 8 Kennisfiches en informatie ILVO/Rundveeloket

[https://www.rundveeloket.be/kenniscentrum/milieu\\_energie/methaan/doctoraat\\_DorienVW](https://www.rundveeloket.be/kenniscentrum/milieu_energie/methaan/doctoraat_DorienVW)

---

Wageningen Food Safety Research  
Postbus 230  
6700 AE Wageningen  
T 0317 48 02 56  
[www.wur.nl/food-safety-research](http://www.wur.nl/food-safety-research)

WFSR-rapport 2021.007

---

De missie van Wageningen University & Research is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen University & Research bundelen Wageningen University en gespecialiseerde onderzoeksinstituten van Stichting Wageningen Research hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 6.800 medewerkers (6.000 fte) en 12.900 studenten behoort Wageningen University & Research wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.





To explore  
the potential  
of nature to  
improve the  
quality of life



Wageningen Food Safety Research  
Postbus 230  
6700 AE Wageningen  
T 0317 48 02 56  
[www.wur.nl/food-safety-research](http://www.wur.nl/food-safety-research)

WFSR-rapport 2021.007

De missie van Wageningen University & Research is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen University & Research bundelen Wageningen University en gespecialiseerde onderzoeksinstituten van Stichting Wageningen Research hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 6.800 medewerkers (6.000 fte) en 12.900 studenten behoort Wageningen University & Research wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.

