

# Evaluatierapport

Microbiologisch additief in een vleesvarkensstal



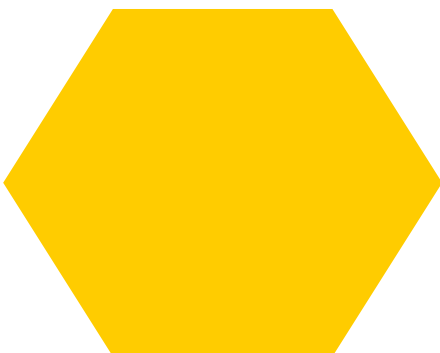
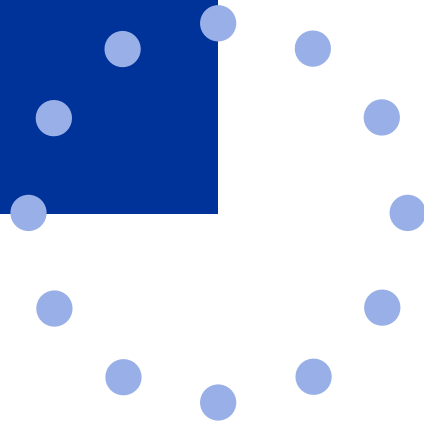
Hoog  
mikken voor  
de lage landen!

[grensregio.eu](https://grensregio.eu)

## Inhoud

|                                            |    |
|--------------------------------------------|----|
| 1. Inleiding.....                          | 3  |
| 1.1 Kadering document.....                 | 4  |
| 2. Materiaal en methoden .....             | 5  |
| 2.1 Omschrijving meetlocatie.....          | 6  |
| 2.2 Proefopzet.....                        | 7  |
| 2.2.1 Geteste maatregel .....              | 7  |
| 2.2.2 Verloop van de proeven.....          | 7  |
| 2.4.1 Ontbrekende gegevens.....            | 9  |
| 3. Resultaten en discussie .....           | 10 |
| 3.1 Resultaten .....                       | 11 |
| 3.2 Discussie.....                         | 13 |
| 4. Conclusies .....                        | 15 |
| 5. Referenties.....                        | 17 |
| 6. Bijlages .....                          | 19 |
| 6.1 Bijlage 1: voedersamenstellingen ..... | 20 |

# 1. Inleiding



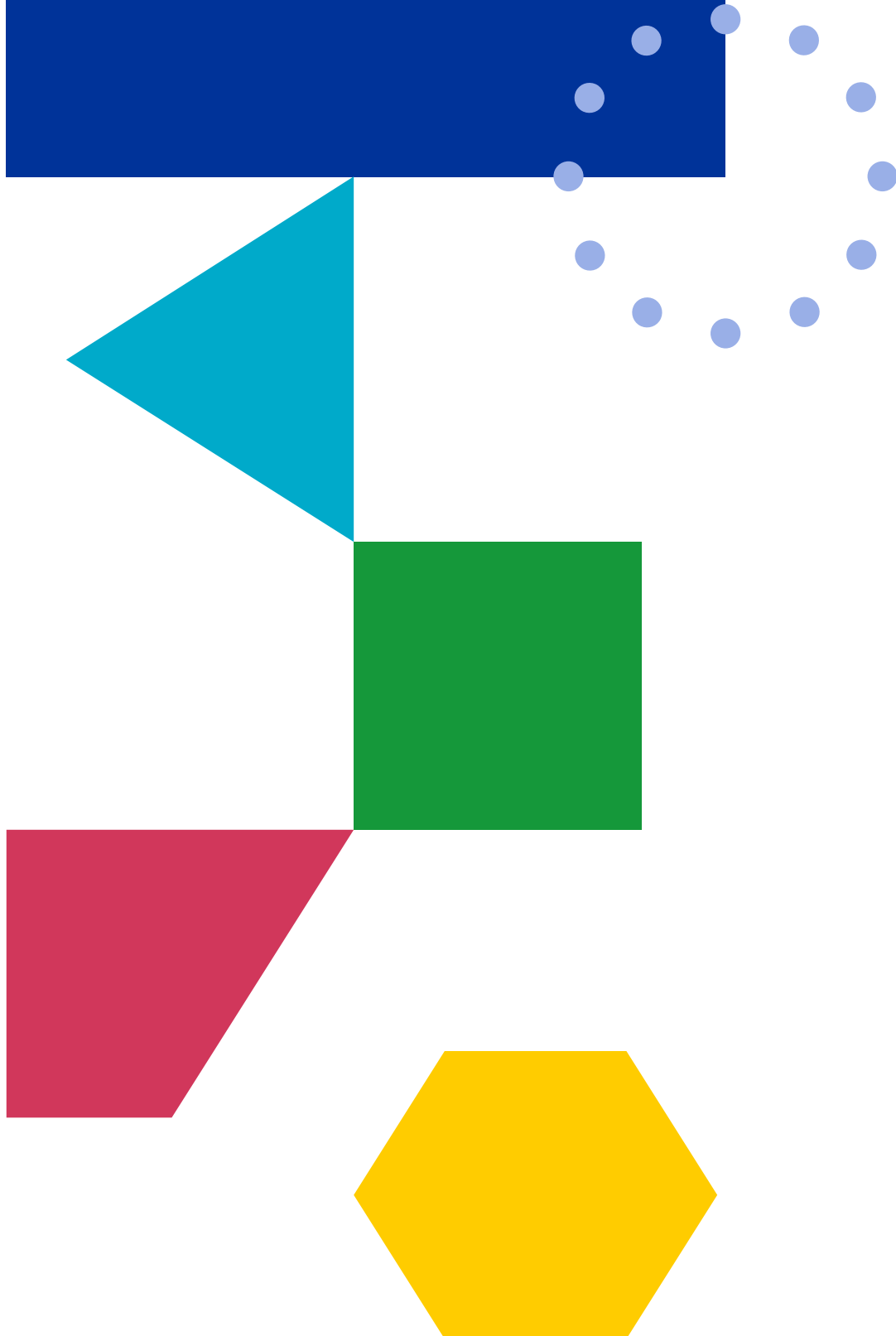
## 1.1 Kadering document

Dit evaluatierapport werd opgemaakt in kader van het Interreg Vlaanderen-Nederland project 'Reductie van Ammoniak via Brongerichte en flankerende Oplossingen' (RAMBO). In dit project is ingezet op innovatieve maatregelen en technieken om aan de ammoniakemissienormen voor de varkens- en pluimveesector te voldoen en wil bijdragen aan betere luchtkwaliteit in de grensregio.

Dit rapport beschrijft de proef die uitgevoerd is om het potentieel van een microbiologisch additief als haalbare ammoniakreducerende maatregel te evalueren bij vleesvarkens. Het doel van deze proef is een eerste screening om de grootte-orde van het ammoniakreducerende effect te bepalen, inzichten te krijgen in eventuele neveneffecten en de haalbaarheid van de maatregel in praktische context te bepalen. De proef is uitgevoerd op de Varkenscampus (onderzoeks- en onderwijsstal van ILVO, UGENT en HOGENT) op basis van de vooropgestelde methoden beschreven in het "Test- en demonstratieplan emissiereducerende maatregelen varkens: ILVO Varkenscampus". Dit evaluatierapport focust op de beschrijving van de materialen en methodes gebruikt in deze proef en de resultaten ervan. Overkoepelende inzichten over de gebruikte meetmethodes, praktijkervaringen en richtlijnen over de verschillende maatregelen heen worden gebundeld in andere verslagen, zoals "Ervaringsverslag meet- en evaluatiemethodes: varkens", "Rapport richtlijnen en staltips RAMBO maatregelen en -technieken: varkens" en "Totaalverslag maatregelen en technieken: varkens".



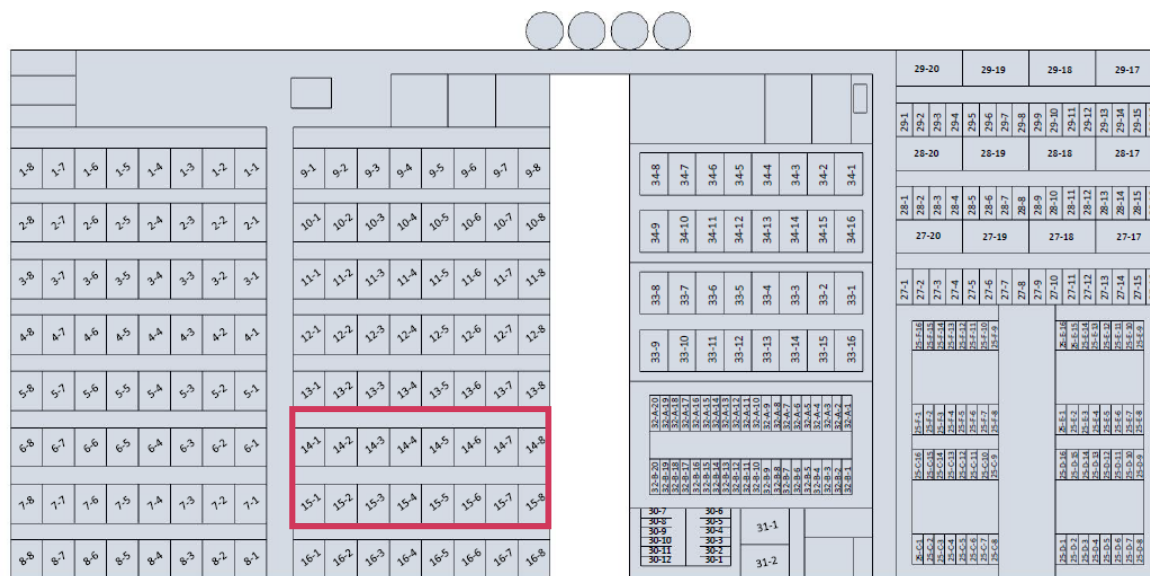
## 2. Materiaal en methoden



## 2.1 Omschrijving meetlocatie

De proeven werden uitgevoerd op de ILVO/HoGent/Ugent Varkenscampus (Merelbeke-Melle, België), een stal die zowel een proeflocatie is als een gesloten varkensbedrijf dat zoveel mogelijk representatief gerund wordt als een normaal varkensbedrijf. De varkenscampus werd geopend in 2015 en bestaat uit twee vleugels, onderling verbonden door een werkgang. In het rechtergedeelte (Figuur 1) bevinden zich de zeugen en (speen)biggen, het linkergedeelte bevat 16 vleesvarkensafdelingen, waarvan de helft AEA-afdelingen (V-4.7) met 50% dichte vloer en 50% roostervloer (afdelingen 1-4 en 9-12), waaronder zich een mestput met schuine wanden bevindt. De andere helft bestaat uit meer conventionele afdelingen met 100% roostervloer (afdelingen 5-8 en 13-16). Elke afdeling is opgedeeld in 8 hokken van 2 op 2.5m, waarin 5 varkens gehuisd werden. De mestputten van de verschillende afdelingen zijn gescheiden van elkaar en kunnen individueel geleegd worden. De mestputten in de afdelingen met volledige roostervloer zijn 1m diep. Op 50cm hoogte bevindt zich een overloop, wat maakt dat de mesthoogte in de mestput nooit hoger kan komen dan 50cm. Elke afdeling heeft één luchtuitlaat met kleppen, type Stienen ADU-45, waarvan de uitgaande lucht terechtkomt in een centrale drukkamer boven de afdelingen. Van hieruit wordt de lucht via ventilatoren naar een biologische luchtwasser gebracht voor het de stal verlaat.

Het klimaat wordt per afdeling geregeld via het Thomas® automatisatiesysteem van Hotraco Agri. De Prisma Farm Management software is geïnstalleerd, wat het mogelijk maakt om de data van de ventilatiecomputer lokaal op te slaan en de klimaatgegevens te exporteren. Door de ventilatoren die zich aan het uiteinde van de drukkamer boven de afdelingen bevindt, wordt de lucht naar buiten verplaatst. Dit creëert een onderdruk, waardoor de lucht vanuit de afdelingen via de uitlaatkanalen naar deze ruimte verplaatst wordt. De regelbare kleppen in de uitlaatkanalen regelen het ventilatiedebiet in de afdeling op basis van gemeten drukverschillen. De ventilatie is temperatuur gestuurd via een vooraf ingestelde ventilatiecurve. Er is altijd een minimale ventilatie van 400 m³/h per afdeling, de maximale capaciteit is 3700 m³/h. De luchtinlaat verloopt via kanaalventilatie. De lucht komt via roosters in de vloer aan beide kopgevels terecht in de ondergrondse gangen. Van daaruit komt de lucht de afdeling binnen via de roosters in de vloer van de voedergang. Op deze manier kan de lucht voorgeconditioneerd worden. Er is geen bijkomende koeling of verwarming mogelijk op deze manier.



Figuur 1. Grondplan van de Varkenscampus. In de linkervleugel bevindt zich de 16 vleesvarkensafdelingen, die elk onderverdeeld worden in 8 hokken met 5-6 varkens per hok. De 8 AEA afdelingen bevinden zich aan de bovenzijde (afdeling 1-4 en 9-12), de volrooster afdelingen bevinden zich in afdelingen 5-8 en 13-16. De proef ging door in afdeling 14-15, aangeduid met een rood kader.

De varkens beschikken over ad libitum droogvoeder via een voederbak met voorraadbak. Water is vrij ter beschikking via een drinknippel met opvangbak en waterverbruik wordt per afdeling gelogd m.b.v. een waterteller. Elke afdeling heeft een raam aan de buitenmuur voor natuurlijke lichtinlaat. Er is aanvullend kunstlicht tussen 7u00 en 16u00. De proeven waarin deze maatregel geëvalueerd werd speelden zich af in afdelingen 14 en 15, in de traditionele afdelingen met volledige betonroostervloer.



## 2.2 Proefopzet

### 2.2.1 Geteste maatregel

Aan de start van het RAMBO project werd een enquête uitgevoerd om veelbelovende maatregelen in kaart te brengen. Mestputadditieven kwamen verschillende keren aan bod en werden ook als veelbelovend gezien om  $\text{NH}_3$ -emissies te verlagen door de klankbordgroep, waarin zowel mensen uit de sector en varkenshouders zetelden. Als eerste stap werd informatie verzameld van verschillende mestputadditieven die door de partners van het project in kaart gebracht waren. Hieruit bleek een dat er veel verschillende (vaak microbiologische) additieven bestaan die vooral geadverteerd worden om de mestkwaliteit te verhogen, maar vaak ook claimen  $\text{NH}_3$ -emissies en geur tegen te gaan. Het exacte werkingsprincipe is vaak onduidelijk en verschilt ook tussen de verschillende additieven. Er is vaak weinig (wetenschappelijke) grond om een gefundeerde keuze tussen de verschillende producten te kunnen maken. Daarom werd een samenwerking opgestart met een ander lopend onderzoek rond mestputadditieven, in samenwerking met Boerenbond. In dit onderzoek werd de keuze van de mestputadditieven gebaseerd op een markt- en literatuurstudie. Vervolgens werd een containerproef opgestart met de meest belovende additieven. Op basis van deze resultaten en de bespreking hiervan in de klankbordgroep, werd besloten om een proef te starten met Cobotex Take'n SAP van Dietaxon, een bacterieel additief dat moet zorgen voor een "positieve" fermentatie via kolonisatie van de drijfmest en de oppervlakten in de stal zodat bacteriën die  $\text{NH}_3$  produceren verminderen in aantal. De bacteriestammen die zijn toegevoegd aan het additief omvatten melkzuurbacteriën en *Bacillus subtilis*. Daarnaast bevat het product ook saponines, wat  $\text{NH}_3$  kan binden.

Het microbiologisch mestputadditief werd geleverd in poedervorm. Dit poeder werd voor toepassing afgewogen en opgelost in water. Na oplossing van het poeder in water werd het product door middel van een drukspuit manueel over de vloer verdeeld. De starthoeveelheid, toegediend 1 week na de start van de proef, was 3 g/varken. Daarna werd tweewekelijks 0,5 g/varken verdeeld in de afdeling.

### 2.2.2 Verloop van de proeven

De proef startte op 18 januari 2025 in twee afdelingen, waarbij er telkens 40 dieren met gelijke leeftijd en gewicht per afdeling gehuisvest werden. Voor de start van de ronde werd de mestput afgelaten. In afdeling 15 werd elke 2 weken het microbiologische additief over de vloer van de hokken in de afdeling verdeeld via een rugspuit. In afdeling 14, de controle-afdeling, werd geen behandeling toegediend. De startleeftijd, gewichten en verdeling tussen gelten en baren voor beide proeven wordt weergegeven in Tabel 1. De proefronde duurde 14 weken in totaal, waarvan de varkens fase 1 voeder (25-50kg) kregen gedurende de eerste 4 weken, gevolgd door 4 weken fase 2 voeder (50-80kg) en afgesloten met 6 weken fase 3 voeder (80-115kg). De samenstellingen van de voeders kunnen teruggevonden worden in Bijlage 1. De varkens kregen ad libitum voeder via manueel bijvullen van de voorraadbak. Bij elke bijvulling werd het toegediend gewicht geregistreerd. Bij elke fasewissel werden de varkens per hok gewogen en werd het resterende voeder uit de voederbakken en voorraadbakken verwijderd en gewogen voor de nieuwe fase werd verdeeld. De dieren en de hokken werden dagelijks geïnspecteerd om de algemene gezondheidsstatus te controleren, een constante toevoer van voeder en water te garanderen, de juiste temperatuur en ventilatie te controleren en gebeurtenissen te registreren. Wekelijks werden extra controles gedaan voor bijtgedrag. Hierbij werden de varkens individueel gescoord op wonden op staart en oren.

Aan het eind van de proef werd in elke afdeling een meststaal genomen. Dit gebeurde rechtstreeks uit de mestput. De meststalen werden in het labo geanalyseerd op nutriëntensamenstelling. Daarnaast werd getracht de melkzuurbacteriën en de *Bacillus subtilis* te kwantificeren in de mest. Voor de eerste werd een kweek gestart op selectieve MRS agar met pH 5,7. *Bacillus subtilis* is een sporenvormer. Daarvoor werd eerst een hittebehandeling uitgevoerd om alle vegetatieve (niet-sporenvormende) bacteriën te vernietigen, voor uitplating.



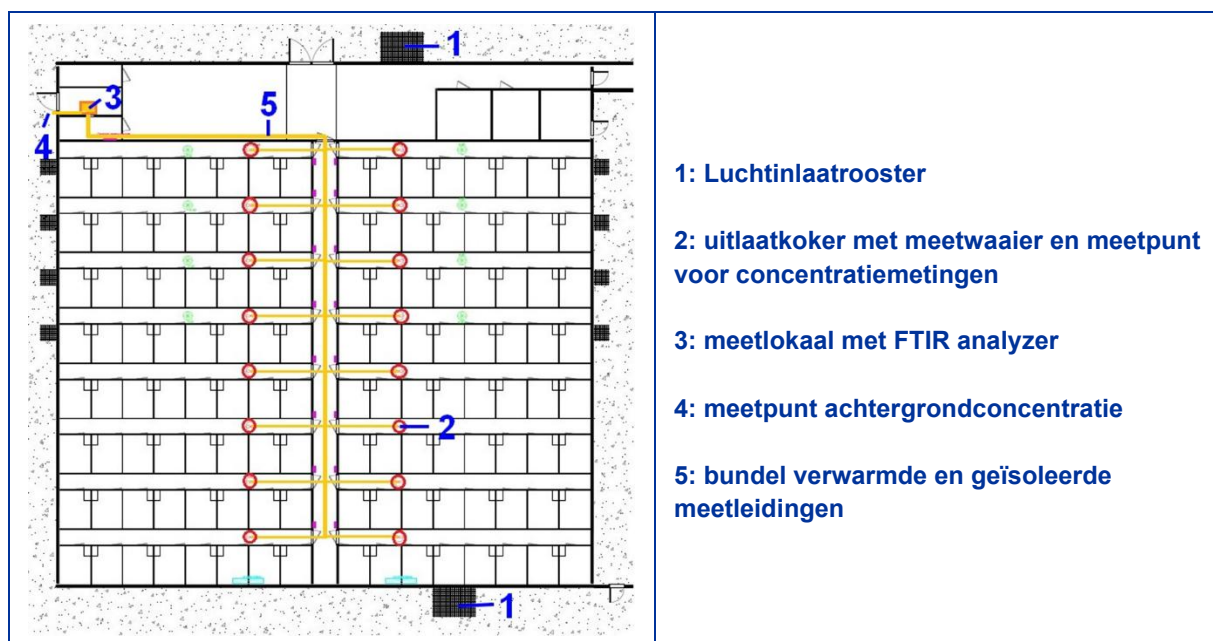
Tabel 1. Gemiddelde en standaarddeviatie van de startleeftijd en gewichten (gewogen 1 dag voor de verhuis naar de afdelingen) en de verdeling tussen gelten en baren voor de proefafdelingen.

|                             | Additief   | Controle   |
|-----------------------------|------------|------------|
| Afdeling                    | 15         | 14         |
| Gemiddelde leeftijd [dagen] | 70,7       | 70,7       |
| Gewicht (gem ± std) [kg]    | 28.2 ± 3.7 | 28.2 ± 3.8 |
| Aantal gelten               | 20         | 20         |
| Aantal baren                | 20         | 20         |

## 2.3 Emissiemetingen

Om emissies te meten en berekenen moeten zowel de concentratie van het pollutant in de ingaande en uitgaande lucht als de hoeveelheid uitgaande lucht bekend zijn. In de varkenscampus is hiervoor aan de luchtuitlaat een Teflon leiding gehangen waarmee lucht continu afgezogen wordt en naar een gas analyser (FTIR) gestuurd wordt, die zich in een aparte ruimte in de stal bevindt (zie Figuur 2). Om condensatie tegen te gaan werden de gebundelde leidingen verwarmd en geïsoleerd. Als back-up voor NH<sub>3</sub>-metingen werd gebruik gemaakt worden van Dräger X-Nodes die op dezelfde locatie als het afzuigpunt opgehangen werden. Voor het bepalen van het ventilatiedebiet in de afdelingen werd een meetwaaier geplaatst in de uitlaat. Alle gebruikte sensoren werden op regelmatige basis gekalibreerd en/of gevalideerd. Meer informatie over deze procedures en resultaten kan gevonden worden in het “Verificatierapport Varkenscampus”. De emissie wordt vervolgens als volgt berekend:

$$Emissie \left[ \frac{g}{h} \right] = \left( \text{concentratie aan uitlaat} \left[ \frac{g}{m^3} \right] - \text{concentratie buiten} \left[ \frac{g}{m^3} \right] \right) * \text{ventilatiedebiet} \left[ \frac{m^3}{h} \right]$$



Figuur 2. Grondplan vleesvarkensgedeelte van de varkenscampus met opstelling voor emissiemetingen.

## 2.4 Dataverwerking

De FTIR gas analyzer wisselt elke 7 minuten naar een andere meetlocatie. Hierdoor is er geen volcontinue data aanwezig per afdeling, maar worden er regelmatige meetpunten genomen, met een minimale frequentie van 1 meetpunt per uur per meetlocatie (afdeling of buitenlucht). Enkel het gemiddelde van de laatste 2 meetminuten wordt gebruikt om de gasconcentraties te bepalen. Dit geeft de sensor tijd om te reageren op veranderende concentraties tussen afdelingen en om te stabiliseren. De concentratie in de afdeling wordt gecombineerd met de concentratie in de buitenlucht op basis van dichtste nabijheid in tijd. Het ventilatiedebiet wordt continu gemeten met behulp van meetwaaiers. Door de detectielimiet die bepaald werd op 10 Hz, worden alle debieten kleiner dan deze waarde op ongekend gezet. Er wordt een lopend gemiddelde genomen over 2 minuten en deze wordt gecombineerd met de concentratiemeting aan de uitlaat van de afdeling op basis van dichtstbijzijnde meetpunt met een maximaal tijdsverschil van 10 minuten. Door de continue metingen van de meetwaaiers is dit over het algemeen een 1-op-1 match in tijd. Op deze manier worden verschillende emissiemeetpunten bekomen. Deze emissiemeetpunten worden uitgemiddeld (uitgedrukt in g/u) en vermenigvuldigd met 24 om een emissie in g/dag te bekomen. Voor de omzetting naar dagwaarden moeten minimaal 16 uurwaarden aanwezig zijn. Deze dagwaarde wordt gedeeld door het aantal dieren in de afdeling tot een waarde per dag per dier bekomen wordt.

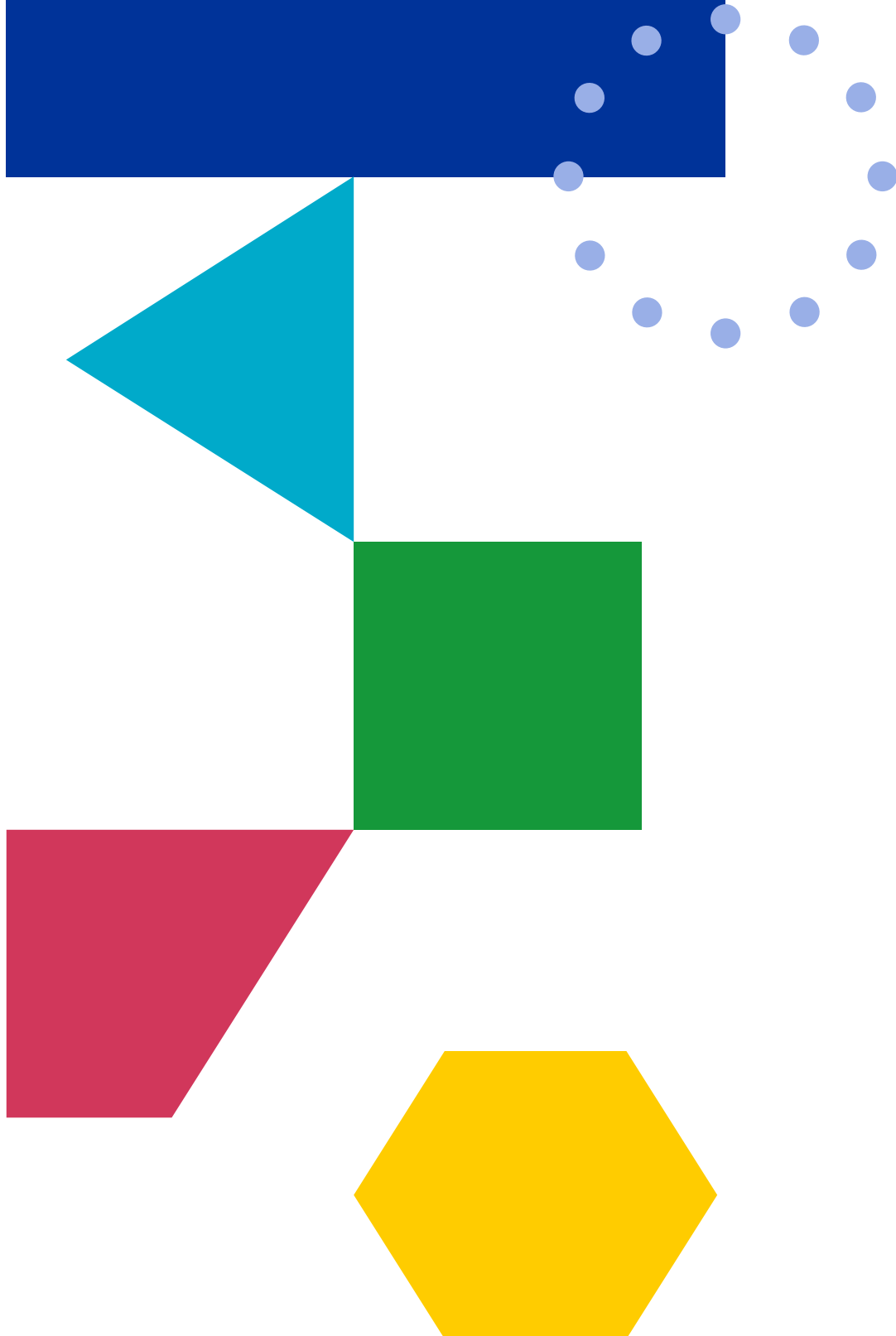
### 2.4.1 Ontbrekende gegevens

De concentratiewaarden van de FTIR gas analyzer en de ventilatiewaarden van de meetwaaiers werden standaard gebruikt voor de emissieberekening. Bij kortdurende onderbrekingen in de meetgegevens werden deze data niet opgevuld. Bij langdurigere onderbrekingen of andere technische mankementen waardoor de gegevens voor een langere niet betrouwbaar geacht werden, werd de  $\text{NH}_3$ -concentratie vervangen door de metingen van de gekalibreerde Dräger XNodes. Voor  $\text{CO}_2$  en  $\text{CH}_4$  was er geen back-up toestel en werden er geen emissie berekend bij langdurige onderbrekingen. Wanneer er geen gegevens waren voor de meetwaaiers door technische storingen, werden die in eerste instantie vervangen door een modellering van de klimaatcomputergegevens. Als dit niet mogelijk was werden ze op dagniveau gemodelleerd via de  $\text{CO}_2$ -balans methode, een methode die de ventilatie inschat op basis van gemeten  $\text{CO}_2$ -concentraties. In deze proef werden volgende technische storingen geobserveerd:

| Start              | Eind                | Wat ging er mis?                                                                                                                                                                    | Hoe werd dit aangepakt?                                                                                                                                                              |
|--------------------|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 18/01/2025         | 22/04/2025          | Na toepassen van de kalibratievergelijking werden soms negatieve $\text{NH}_3$ concentratiewaarden bekomen voor de buitenlucht.                                                     | Negatieve waarden werden op nul gezet voor de emissieberekening.                                                                                                                     |
| 18/01/2025         | 19/02/2025          | De waarden voor de ventilatiebepaling met de meetwaaiers zatten voor een groot deel van de dag onder de detectielimiet, waardoor de ventilatie niet betrouwbaar bepaald kon worden. | De ventilatiegegevens voor deze periode werden vervangen door de ventilatie die berekend werd met de $\text{CO}_2$ -balans methode (Pedersen & Sällvik, 2002; Pedersen et al., 2008) |
| 28/01/2025         | 29/01/2025          | Geen concentratiegegevens voor de FTIR gas analyzer door technische redenen of kortdurende onbeschikbaarheid van de sensor.                                                         | Door de korte periodes werden de datapunten niet opgevuld.                                                                                                                           |
| 31/01/2025         | 31/01/2025          |                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                      |
| 05/02/2025         | 05/02/2025          |                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                      |
| 06/02/2025<br>6:00 | 06/02/2025<br>16:00 |                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                      |
| 03/03/2025         | 04/03/2025          |                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                      |
| 15/04/2025         | 16/04/2025          |                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                      |



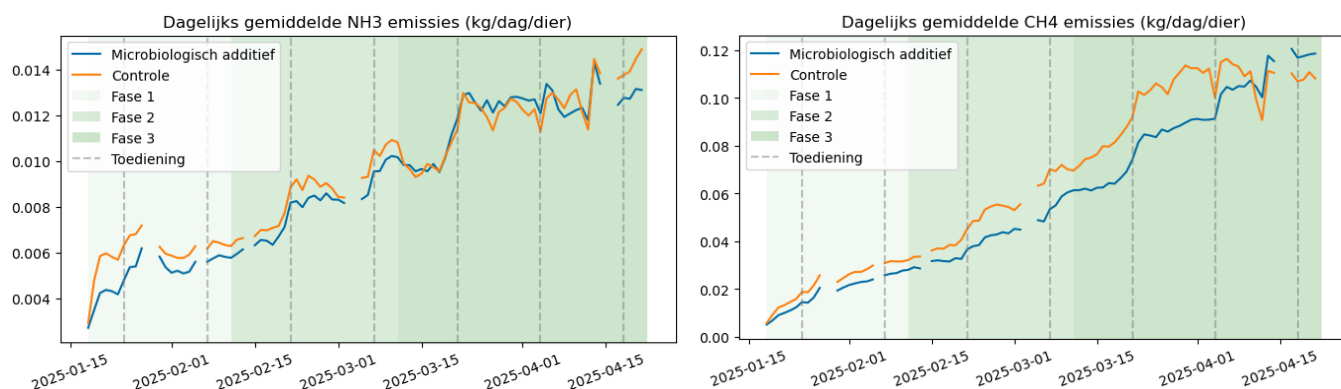
### 3. Resultaten en discussie



### 3.1 Resultaten

Het verloop van de emissies voor NH<sub>3</sub> en CH<sub>4</sub> in de behandelde afdeling en de controle-afdeling gedurende de proefronde kan teruggevonden worden in Figuur 3, alsook de tijdstippen van behandeling. De samenvattende gegevens voor het klimaat en de emissies per fase is weergegeven in Tabel 2. Hieruit blijkt dat de afdeling waar het microbiologisch additief getest werd vanaf het begin van de ronde een iets lagere NH<sub>3</sub>-emissie had dan de controle-afdeling, ook al voor de eerste toepassing van het additief. Vanaf de derde fase liepen de emissies zo goed als gelijk, tot op het einde van de ronde de NH<sub>3</sub>-emissies zelfs iets hoger werden in de afdeling waar het microbiologisch additief toegediend werd dan in de controle-afdeling. Gemiddeld gezien over de hele ronde was er een 4% lagere NH<sub>3</sub>-emissie.

Ook voor CH<sub>4</sub> was de emissie vanaf de start van de ronde al iets hoger in de controle-afdeling dan in de afdeling waar het microbiologisch additief toegepast werd. Dit verschil bleef gedurende bijna de volledige ronde aanwezig, met in totaal een gemiddeld verschil van 13%. Voor CO<sub>2</sub> was er ook consistent een iets lagere emissie (0-3%) in de afdeling met het additief. De temperatuur bleef in beide afdelingen gelijkaardig, maar de ventilatie in de controle-afdeling was gedurende de hele ronde zo'n 10% hoger.



Figuur 3. Emissieverloop van NH<sub>3</sub> (links) en CH<sub>4</sub> (rechts) gedurende de vleesvarkens proefronde en de toedieningsmomenten van het additief in de behandelde afdeling.

Tabel 2. Gemiddelde cijfers voor het klimaat en de emissies per fase en in totaal gedurende de proefronde.

|                                       | Additief             | Controle | Additief            | Controle |
|---------------------------------------|----------------------|----------|---------------------|----------|
|                                       | Fase 1 (week 1 - 4)  |          | Fase 2 (week 5 - 8) |          |
| NH <sub>3</sub> concentratie (ppm)    | 25,9                 | 27,4     | 21,4                | 20,3     |
| CO <sub>2</sub> concentratie (ppm)    | 3583                 | 3209     | 2718                | 2482     |
| Temperatuur (°C)                      | 23,6                 | 23,6     | 23,9                | 23,9     |
| Ventilatie (m <sup>3</sup> /u)        | 470*                 | 535*     | 910**               | 1032**   |
| NH <sub>3</sub> emissie (g/dag/dier)  | 5,0*                 | 6,0*     | 7,9**               | 8,5**    |
| CO <sub>2</sub> emissie (kg/dag/dier) | 1,54*                | 1,54*    | 2,06**              | 2,12**   |
| CH <sub>4</sub> emissie (g/dag/dier)  | 18,1*                | 22,2*    | 40,8**              | 50,3**   |
|                                       | Fase 3 (week 9 - 14) |          | Totaal              |          |
| NH <sub>3</sub> concentratie (ppm)    | 19,6                 | 18,3     | 21,7                | 21,1     |
| CO <sub>2</sub> concentratie (ppm)    | 2154                 | 2072     | 2668                | 2469     |
| Temperatuur (°C)                      | 23,9                 | 23,8     | 23,8                | 23,8     |



|                                       |      |       |        |        |
|---------------------------------------|------|-------|--------|--------|
| Ventilatie (m³/u)                     | 1495 | 1616  | 1075** | 1182** |
| NH <sub>3</sub> emissie (g/dag/dier)  | 12,0 | 12,0  | 9,1**  | 9,5**  |
| CO <sub>2</sub> emissie (kg/dag/dier) | 2,63 | 2,69  | 2,19** | 2,24** |
| CH <sub>4</sub> emissie (g/dag/dier)  | 89,8 | 100,2 | 58,1** | 66,7** |

\* *ingeschat met de CO<sub>2</sub>-balans methode*

\*\* *Tot 20/02/2025 ingeschat met de CO<sub>2</sub>-balans methode*

Wanneer gekeken wordt naar de prestaties en bijtgedrag van de varkens (Tabel 3), was de groei, voederopname en voederconversie in beide afdelingen zeer gelijkaardig. Het waterverbruik lag iets lager in de afdeling waar het additief werd toegediend, gemiddeld zo'n 13% lager. Op vlak van bijtgedrag was er vooral een lagere incidentie van oorbijten in de afdeling waar het additief toegepast werd. Voor staartbijten was er vooral in de eerste fase meer staartbijten in de afdeling met het additief, daarna was de incidentie gelijkaardig aan de controle-afdeling. De meststalen genomen op het einde van elke ronde (Tabel 4) wijzen op een zeer gelijkaardige stikstofinhoud, met relatief iets meer stikstof in organische vorm en iets minder ammoniakaal stikstof in de afdeling met het additief. Op basis van een kweek in het labo werden er niet meer melkzuurbacteriën of sporenvormers teruggevonden in de mest van de afdeling waar het microbiologisch additief toegevoegd werd dan in de mest van de controle-afdeling.

*Tabel 3. Gemiddelde effecten op groei, voederopname en bijtgedrag per fase en over de volledige ronde.*

|                          | <b>Additief</b>             | <b>Controle</b> | <b>Additief</b>            | <b>Controle</b> |
|--------------------------|-----------------------------|-----------------|----------------------------|-----------------|
|                          | <b>Fase 1 (week 1 - 4)</b>  |                 | <b>Fase 2 (week 5 - 8)</b> |                 |
| Groei (g/dag)            | 786 ± 68                    | 799 ± 68        | 1030 ± 74                  | 1039 ± 92       |
| Voederverbruik (g/dag)   | 1607 ± 144                  | 1650 ± 141      | 2349 ± 172                 | 2410 ± 249      |
| Waterverbruik (L/dag)    | 3,21                        | 4,08            | 4,60                       | 5,49            |
| Voederconversie          | 2,05 ± 0,05                 | 2,07 ± 0,07     | 2,28 ± 0,06                | 2,32 ± 0,09     |
| Observaties staartbijten | 11,5%                       | 7,5%            | 6,9%                       | 6,9%            |
| Observaties oorbijten    | 4,0%                        | 6,5%            | 3,8%                       | 7,5%            |
|                          | <b>Fase 3 (week 9 - 14)</b> |                 | <b>Totaal</b>              |                 |
| Groei (g/dag)            | 983 ± 86                    | 985 ± 41        | 943 ± 75                   | 950 ± 55        |
| Voederverbruik (g/dag)   | 2840 ± 193                  | 2855 ± 203      | 2371 ± 193                 | 2407 ± 195      |
| Waterverbruik (L/dag)    | 5,87                        | 6,35            | 4,76                       | 5,46            |
| Voederconversie          | 2,90 ± 0,12                 | 2,90 ± 0,18     | 2,52 ± 0,07                | 2,53 ± 0,09     |
| Observaties staartbijten | 1,1%                        | 1,4%            | 5,8%                       | 4,7%            |
| Observaties oorbijten    | 1,4%                        | 4,6%            | 2,8%                       | 5,9%            |



Tabel 4. Analyse resultaten van meststalen genomen aan het einde van de vleesvarkensronde.

|                                           | Additief | Controle |
|-------------------------------------------|----------|----------|
| Droge stof (%)                            | 9,7      | 9,6      |
| Ruwe as (g/kg VM)                         | 20,17    | 19,51    |
| Organische stof (g/kg VM)                 | 76,72    | 76,40    |
| Stikstof (g/kg DS)                        | 72       | 73       |
| ammoniak-stikstof (g/kg DS)               | 37       | 40       |
| organische stikstof (g/kg DS)             | 35       | 33       |
| Fosfor (g/kg DS)                          | 21       | 22       |
| Kalium (g/kg DS)                          | 50       | 47       |
| Magnesium (g/kg DS)                       | 15       | 14       |
| Natrium (g/kg DS)                         | 12       | 12       |
| Melkzuurbacteriën (10 <sup>7</sup> KVE/g) | 2,2      | 3,7      |
| Sporenvormers (10 <sup>3</sup> KVE/g)     | 5,0      | 7,0      |

## 3.2 Discussie

Op basis van de gemeten emissiewaarden over de volledige proefronde leek de NH<sub>3</sub>-emissie in de behandelde afdeling iets lager te liggen dan in de controle-afdeling. Dit verschil was echter al aanwezig bij de start van de ronde en nam geleidelijk af tegen het einde. Daarnaast werd in de controle-afdeling een iets hogere ventilatie en een lager waterverbruik vastgesteld, wat mogelijk heeft bijgedragen aan de iets hogere emissies daar. Voor CH<sub>4</sub> werd eveneens een kleine numerieke daling waargenomen in de behandelde afdeling. Dit verschil bleef relatief stabiel vanaf het begin van de ronde tot kort voor het einde. Op basis van de gegevens uit deze vleesvarkensronde kan echter niet worden aangetoond dat het microbiologisch additief de emissies in de afdeling substantieel heeft verlaagd.

Wat betreft de dierprestaties werden geen verschillen vastgesteld tussen de afdelingen, noch op vlak van groei, noch voor de voederconversie. In de meststalen werd relatief iets meer stikstof in organische vorm aangetroffen dan in ammoniakale vorm, maar de totale stikstofinhoud en andere nutriënten bleven nagenoeg gelijk. Een opvallende vaststelling is dat het aantal melkzuurbacteriën niet toenam t.o.v. de controle na uitplating van de meststalen op MRS-agar. Ook werd geen toename vastgesteld in het aantal sporenvormers (zoals *Bacillus subtilis*). Dit kan erop wijzen dat de toegevoegde bacteriën zich niet succesvol hebben kunnen vermeerderen in de mestput. Mogelijke verklaringen zijn dat de gebruikte stammen minder geschikt waren voor deze toepassing, dat de mest niet de juiste samenstelling of omstandigheden bood voor hun groei, dat de bacteriën hun activiteit verloren tijdens productie, opslag of toepassing, of dat ze na toediening onvoldoende in de mestput terechtkwamen. Daarnaast is het mogelijk dat de gebruikte analysemethoden niet geschikt waren om de



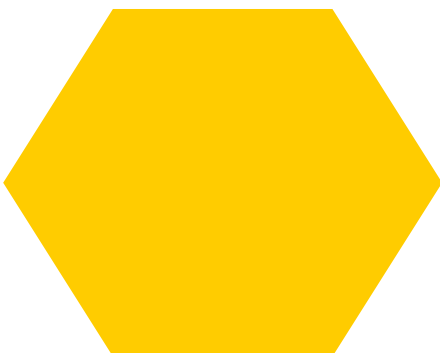
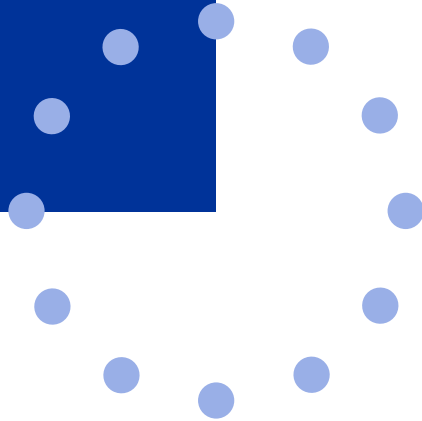
bacteriestammen correct te kwantificeren, of dat er verschuivingen optraden binnen de populaties van melkzuurbacteriën en sporenvormers zonder dat dit leidde tot een toename van hun totale aandeel.

In eerdere studies werden wel positieve resultaten behaald met gelijkaardige bacteriegroepen. Zo onderzochten Shen et al. (2023) verschillende ammonium-stikstoftolerante *Bacillus*-stammen, geïsoleerd uit bodem, met als doel de  $\text{NH}_3$ -emissies uit varkensmestopslag te reduceren. Prenafeta-Boldú et al. (2017) toonden aan dat toevoeging van *Bacillus*-stammen aan vezelrijke voeders voor varkens een gunstig effect kan hebben op de reductie van  $\text{NH}_3$ - en  $\text{CH}_4$ -emissies uit mest. In een laboratoriumstudie werd bovendien aangetoond dat een combinatie van voorbehandeling van mest met melkzuur, gevolgd door toevoeging van een gemeenschap van melkzuurbacteriën en periodieke toediening van glucose, kon leiden tot een  $\text{NH}_3$ -reductie tot 95% binnen een periode van 12 dagen (Liu et al., 2023). Eveneens demonstreerden Cong et al. (2023) dat reducties in broeikasgasemissies tot 86% haalbaar zijn via melkzuurfermentatie met melkzuurbacteriën en toevoeging van appelafval aan varkensmest. Hoewel deze onderzoeken veelbelovende resultaten geven, liggen de proefopstellingen vaak nog ver van de praktijk en zijn de methodologieën ingewikkeld. Toekomstig onderzoek zou zich moeten richten op de ontwikkeling van additieven met een stabiele en levensvatbare bacteriepopulatie na productie, die ook tijdens opslag behouden blijft en zich na toediening effectief kan vestigen in de stalomgeving. Mogelijk is het daarbij noodzakelijk om organische zuren toe te passen om de pH initieel te verlagen en zo gunstige omstandigheden te creëren voor de groei van melkzuurbacteriën. Afhankelijk van de samenstelling van de mest kunnen daarnaast extra fermenteerbare koolstofbronnen nodig zijn om de bacteriële activiteit te ondersteunen en emissies verder te reduceren.

De praktische haalbaarheid van het manueel toedienen van additieven in een varkensstal via verdeling van een oplossing over de stalvloer is in de praktijk eerder beperkt, zeker in commerciële bedrijven met een hoge dierbezetting. Naar borging toe is manuele toepassing ongunstig, omdat zowel de frequentie van toepassing, manier van toepassen en dosering moeilijk te bewijzen zijn. Bovendien is een uniforme verdeling van het additief niet vanzelfsprekend bij manuele toepassing, wat kan leiden tot een ongelijke werking en variabele resultaten tussen afdelingen of hokken. Daarnaast vraagt het handmatig verdelen van producten over de vloer of in de mestput extra arbeidstijd. Wanneer de dieren ouder worden, wordt het ook het moeilijker om het product gelijkmatig over het vloeroppervlak te verdelen. Door de lage frequentie van toediening en lage dosering vormt de kostprijs van het additief zelf geen belangrijke drempel, maar eerder de bijkomende arbeidskosten voor toepassing. Afhankelijk van de frequentie van toediening en de benodigde dosering kan dit snel oplopen, zeker wanneer het effect op emissiereductie of dierprestaties beperkt of onzeker is. Automatisering van de toediening kan een meer haalbare piste voor bieden voor praktijktoepassing en borging, maar verhoogt de kostprijs sterk. Daarnaast moet ook de overleving van de toegediende stammen verder geoptimaliseerd en geborgd worden.



## 4. Conclusies



## 4.1 Conclusies

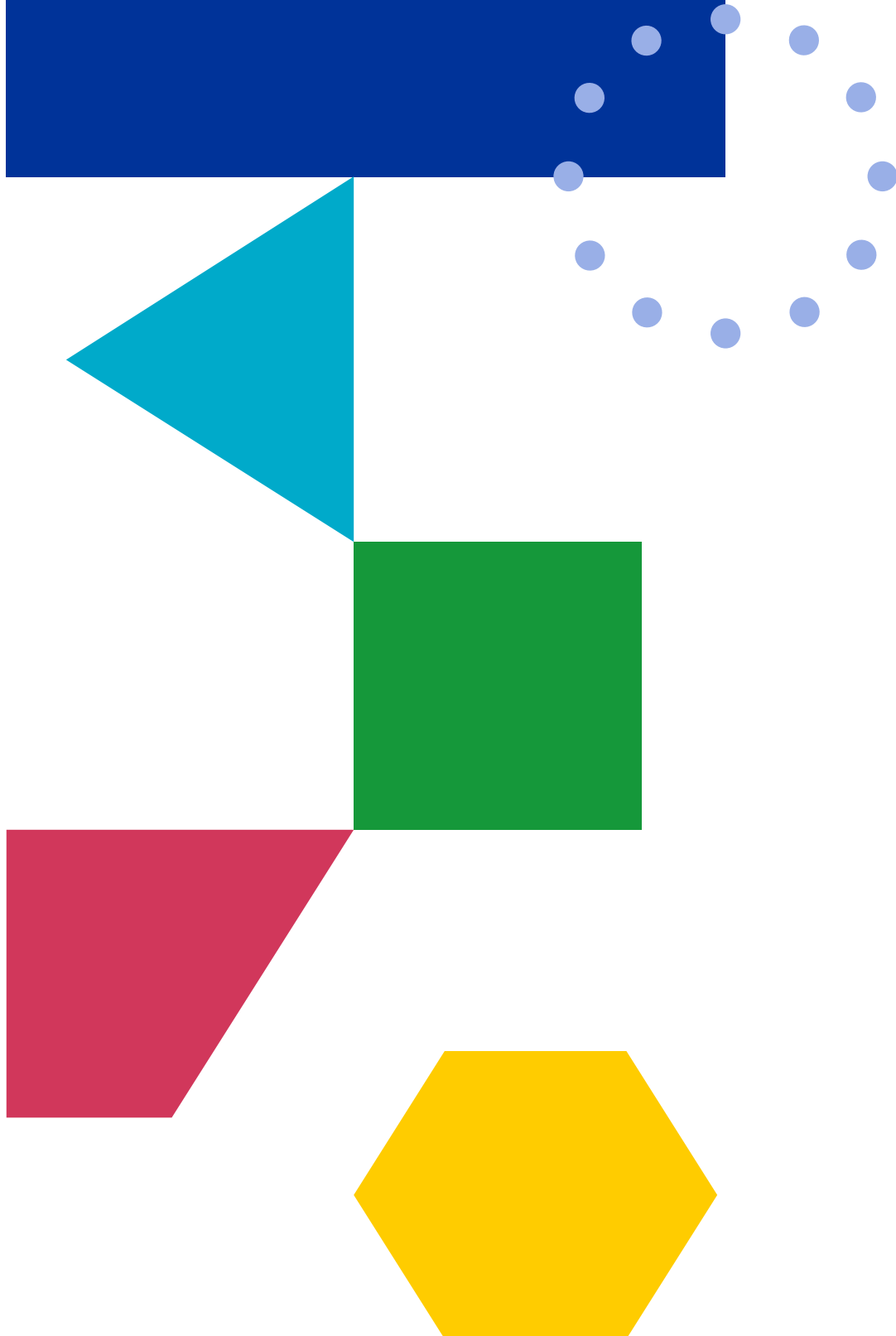
Op basis van deze studie kan niet worden aangetoond dat het microbiologisch additief een significante reductie van  $\text{NH}_3$ - en  $\text{CH}_4$ -emissies realiseerde onder praktijkomstandigheden. De waargenomen verschillen waren beperkt en vaak reeds aanwezig bij de start, nog voor de eerste toepassing van het additief. Ook op vlak van dierprestaties en mestsamenstelling werden geen relevante effecten vastgesteld.

Daarnaast wijzen microbiologische analyses erop dat de toegevoegde bacteriën zich niet succesvol hebben gevestigd of vermeerderd in de mest, wat de beperkte impact kan verklaren. Hoewel eerdere studies met gelijkaardige bacteriegroepen veelbelovende resultaten toonden, zijn deze vaak uitgevoerd onder gecontroleerde laboratoriumomstandigheden en minder representatief voor de praktijk.

Verder blijkt de manuele toepassing van additieven in de stal weinig praktisch en moeilijk te borgen. De kostprijs wordt daarbij voornamelijk bepaald door arbeid eerder dan door het product zelf. Automatisering kan de toepasbaarheid verbeteren, maar gaat gepaard met hogere investeringskosten. Toekomstig onderzoek dient zich te richten op robuustere en praktijkgerichte oplossingen, met stabiele bacteriële formuleringen en aangepaste toedieningsstrategieën die zowel technisch als economisch haalbaar zijn.



## 5. Referenties

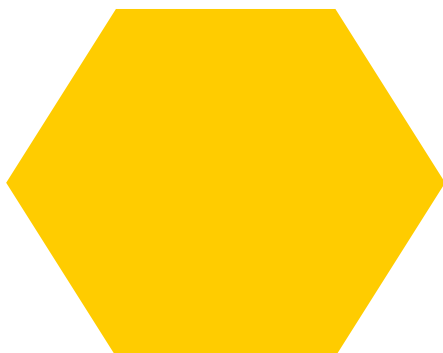
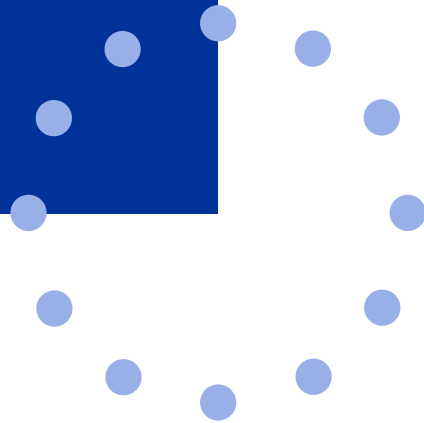


## 5.1 Referenties

- Cong, Q., Wang, Y., Zhang, Y., Yin, F., Zhang, W., Cao, T., Dong, H. (2023). Effects of self- produced lactic fermentation (SPLF) on GHG and VSC emissions during swine slurry storage. *Environ. Res.* <https://doi.org/10.1016/j.envres.2023.116240>
- Liu, J., Li, X., Xu, Y., Wu, Y., Wang, R., Zhang, X., Hou, Y., Qu, H., Wang, L., He, M., Kupczok, A., He, J. (2023). Highly efficient reduction of ammonia emissions from livestock waste by the synergy of novel manure acidification and inhibition of ureolytic bacteria. *Environ. Int.* 172, 107768. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2023.107768>.
- Pedersen, S. & Sällvik, K. (2002). Heat and Moisture Production at Animal and House Levels 4th Report of Working Group on Climatization of Animal Houses; CIGR: Horsens, Denmark.
- Pedersen, S., Blanes-Vidal, V., Jørgensen, H., Chwalibog, A., Haeussermann, A., Heetkamp, M. J. W., & Aarnink, A. J. A. (2008). Carbon dioxide production in animal houses: A literature review. *Agricultural Engineering International: CIGR Journal*.
- Prenafeta-Boldú, F.X.; Fernández, B.; Viñas, M.; Lizardo, R.; Brufau, J.; Owusu-Asiedu, A.; Walsh, M.C. & Awati, A. (2017). Effect of *Bacillus* spp. direct-fed microbial on slurry characteristics and gaseous emissions in growing pigs fed with high fibre-based diets. *Animal*, 11(2), 209-218. ISSN 1751-7311. <https://doi.org/10.1017/S1751731116001415>.
- Shen, W.; Dai, H.; Gu, S.; Guo, F.; Li, T. & Rajasekar, A. (2023). Isolation and application of pH- and salt-resistant *Bacillus* strains to reduce ammonia emission from pig manure during the storage period, *Journal of Applied Microbiology*, 134(7). <https://doi.org/10.1093/jambio/lxad134>.



## 6. Bijlages



## 6.1 Bijlage 1: voedersamenstellingen

| Fase 1                                    | Controle    |         |
|-------------------------------------------|-------------|---------|
|                                           | Formulering | Analyse |
| Netto energie (kcal/kg)                   | 2300        | NA      |
| Vocht (%)                                 | 12,3        | 12,18   |
| Ruw eiwit (%)                             | 16          | 16,74   |
| Ruw vet (%)                               | 5           | 5,49    |
| Zetmeel (%)                               | 40,4        | 37,78   |
| Suiker (%)                                | 3,9         | 3,64    |
| Ruwe celstof (%)                          | 4,6         | 4,22    |
| Ruwe as (%)                               | 4,6         | 4,5     |
| Calcium (%)                               | 0,6         | NA      |
| Fosfor (%)                                | 0,42        | NA      |
| Natrium (%)                               | 0,21        | NA      |
| Kalium (%)                                | NA          | NA      |
| Chloor (%)                                | 0,19        | NA      |
| Elektrolytenbalans<br>[Na]+[K]-[Cl] (meq) | 240         | NA      |
| Vit E (mg/kg)                             | 150         | NA      |
| Selenium (mg/kg)                          | 0,4         | NA      |
| Lysine (%)                                | 1,05        | NA      |
| SID met + cys/SID lysine                  | 0,6         | NA      |
| SID thr/SID lys                           | 0,66        | NA      |
| SID trp/SID lys                           | 0,18        | NA      |
| SID val/SID lys                           | 0,66        | NA      |
| SID ile/SID lys                           | 0,54        | NA      |
| SID leu/SID lys                           | 1,03        | NA      |
| SID his/SID lys                           | 0,35        | NA      |



| Fase 2                                    | Controle    |         |
|-------------------------------------------|-------------|---------|
|                                           | Formulering | Analyse |
| Netto energie (kcal/kg)                   | 2275        | NA      |
| Vocht (%)                                 | 12,3        | 11,56   |
| Ruw eiwit (%)                             | 15,7        | 15,62   |
| Ruw vet (%)                               | 4,46        | 5,00    |
| Zetmeel (%)                               | 41,3        | 40,49   |
| Suiker (%)                                | 3,9         | 3,56    |
| Ruwe celstof (%)                          | 4,54        | 3,94    |
| Ruwe as (%)                               | 4,54        | 4,38    |
| Calcium (%)                               | 0,60        | NA      |
| Fosfor (%)                                | 0,42        | NA      |
| Natrium (%)                               | 0,21        | NA      |
| Kalium (%)                                | NA          | NA      |
| Chloor (%)                                | 0,18        | NA      |
| Elektrolytenbalans<br>[Na]+[K]-[Cl] (meq) | 240         | NA      |
| Vit E (mg/kg)                             | 150         | NA      |
| Selenium (mg/kg)                          | 0,40        | NA      |
| Lysine (%)                                | 0,96        | NA      |
| SID met + cys/SID lysine                  | 0,61        | NA      |
| SID thr/SID lys                           | 0,66        | NA      |
| SID trp/SID lys                           | 0,19        | NA      |
| SID val/SID lys                           | 0,73        | NA      |
| SID ile/SID lys                           | 0,59        | NA      |
| SID leu/SID lys                           | 1,12        | NA      |
| SID his/SID lys                           | 0,38        | NA      |



| Fase 3                                    | Controle    |         |
|-------------------------------------------|-------------|---------|
|                                           | Formulering | Analyse |
| Netto energie (kcal/kg)                   | 2250        | NA      |
| Vocht (%)                                 | 12,26       | 11,61   |
| Ruw eiwit (%)                             | 14,5        | 14,81   |
| Ruw vet (%)                               | 4,03        | 4,51    |
| Zetmeel (%)                               | 42,3        | 41,05   |
| Suiker (%)                                | 3,66        | 2,74    |
| Ruwe celstof (%)                          | 4,76        | 4,06    |
| Ruwe as (%)                               | 4,4         | 4,33    |
| Calcium (%)                               | 0,6         | NA      |
| Fosfor (%)                                | 0,41        | NA      |
| Natrium (%)                               | 0,2         | NA      |
| Kalium (%)                                | NA          | NA      |
| Chloor (%)                                | 0,19        | NA      |
| Elektrolytenbalans<br>[Na]+[K]-[Cl] (meq) | 220         | NA      |
| Vit E (mg/kg)                             | 150         | NA      |
| Selenium (mg/kg)                          | 0,4         | NA      |
| Lysine (%)                                | 0,85        | NA      |
| SID met + cys/SID lysine                  | 0,62        | NA      |
| SID thr/SID lys                           | 0,66        | NA      |
| SID trp/SID lys                           | 0,2         | NA      |
| SID val/SID lys                           | 0,75        | NA      |
| SID ile/SID lys                           | 0,59        | NA      |
| SID leu/SID lys                           | 1,16        | NA      |
| SID his/SID lys                           | 0,39        | NA      |



In samenwerking met/ met steun van:



Gefinancierd door  
de Europese Unie

RAMBO



Proefbedrijf  
Pluimveehouderij  
Provincie Antwerpen



Provincie  
Antwerpen



Provincie Noord-Brabant

