



Varkens

PraktijkRapport Varkens 31

Vochtrijke diervoeders en geuremissie uit vleesvarkenstallen

Augustus 2004



Colofon

Uitgever

Animal Sciences Group / Praktijkonderzoek
Postbus 2176, 8203 AD Lelystad
Telefoon 0320 - 293 211
Fax 0320 - 241 584
E-mail info.po.asg@wur.nl
Internet <http://www.asg.wur.nl/po>

Redactie en fotografie

Praktijkonderzoek

© Animal Sciences Group

Het is verboden zonder schriftelijke toestemming van de uitgever deze uitgave of delen van deze uitgave te kopiëren, te vermenigvuldigen, digitaal om te zetten of op een andere wijze beschikbaar te stellen.

Aansprakelijkheid

Animal Sciences Group aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen

Bestellen

ISSN 1570-8608
Eerste druk 2004/oplage 120
Prijs € 17,50

Losse nummers zijn schriftelijk, telefonisch, per E-mail of via de website te bestellen bij de uitgever.

Abstract

In a laboratory test, it was investigated whether the odour concentration and hedonic odour tone of co-products differed from dry compound feed. After this, in a study at the Centre for Innovative Pig Farming Sterksel the effect of diets with co-products on odour emissions from finisher pigs was studied. This study shows that some co-products have a higher odour concentration and hedonic odour tone, but they do not have affect the odour emission from pig facilities.

Key words: co-products, odour, emission, odour concentration, hedonic odour tone

Referaat

ISSN 1570-8608

M. Timmerman, J.W. van Riel, M.A.H.H. Smolders en E.M.A.M. Bruininx (Praktijkonderzoek)
Vochtrijke diervoeders en geuremissie uit vleesvarkenstallen (2004)
PraktijkRapport Varkens 31
22 pagina's, 6 figuren, 4 tabellen

In een laboratoriumproef is onderzocht of de geurconcentratie en geurbeleving van vochtrijke diervoeders verschillen ten opzichte van droogvoer. Daarna is op Praktijkcentrum Sterksel onderzocht of er een effect van rantsoenen met vochtrijke diervoeders is op de geuremissie uit vleesvarkenstallen. Het blijkt dat bepaalde vochtrijke diervoeders wel een hogere geurconcentratie en -beleving hebben dan droogvoer, maar dit heeft geen effect op de geuremissie uit stallen.

Trefwoorden: bijproducten, geur, geuremissie, geurconcentratie, geurbeleving, vochtrijke diervoeders



ANIMAL SCIENCES GROUP
WAGENINGEN UR

PraktijkRapport Varkens 31

Vochtrijke diervoeders en geuremissie uit vleesvarkenstallen

Liquid co-products and odour emission from finisher pig buildings

M. Timmerman
J.W. van Riel
M.A.H.H. Smolders
E.M.A.M. Bruininx

Augustus 2004

Samenvatting

Het gebruik van vochtrijke diervoeders uit de levensmiddelenindustrie in rantsoenen voor varkens is de laatste 10 jaar toegenomen in Nederland. Gemeenten ontvangen geregeld klachten over geuroverlast die zou worden veroorzaakt door varkensbedrijven die vochtrijke diervoeders voeren. Op dit moment nemen gemeenten maatregelen door in milieuvergunningen extra voorwaarden te stellen aan het gebruik van deze producten. Omdat onderzoek naar de aard en omvang van geuroverlast door gebruik van vochtrijke diervoeders nog nauwelijks heeft plaatsgevonden, zijn deze voorwaarden echter niet of nauwelijks gebaseerd op objectieve maatstaven. Daarom is in een laboratoriumproef bepaald of de geurconcentratie en/of geurbeleving van vochtrijke diervoeders verschilt ten opzichte van droogvoer. Daarna is in een praktijkproef op Praktijkcentrum Sterksel bepaald of er een effect is van vochtrijke diervoeders in rantsoenen op de geuremissie uit vleesvarkenstallen.

Laboratoriumproef

In de laboratoriumproef is onderzocht of er een verschil bestond tussen de geurconcentratie en geurbeleving van droogvoer en combinaties van vochtrijke diervoeders. De gebruikte vochtrijke diervoeders waren aardappelstoomschillen, tarwezetmeel, wei, biergist en uiansap. Als droogvoer is vleesvarkenvoer gebruikt. De vochtrijke diervoeders en droogvoer werden opgeslagen in zes pvc-opslagvaten van 50 liter in een klimaatcel. In het onderzoek zijn de geurconcentratie en -beleving van droogvoer en de vijf producten in alle mogelijke combinaties bepaald. De geurbeleving werd aangemerkt als de geurconcentratie waarbij de lucht als licht onaangenaam werd beschouwd. Het onderzoek vond plaats in vier perioden van elk 15 dagen, waarbij op 1, 8 en 15 dagen na aanvang geurmonsters zijn genomen. Op dag 1 en 15 is lucht van de afzonderlijke vaten gemengd opgevangen in geurzakken. Op dag 8 zijn brijmengsels gemaakt door fysieke menging van de vochtrijke diervoeders, waarna de lucht van het brijmengsel is opgevangen in geurzakken. Op dag 1 was de geurconcentratie van het droogvoer significant lager dan van aardappelstoomschillen, tarwezetmeel en wei los of in allerlei combinaties, maar dit was niet het geval op dagen 8 en 15. De geurconcentratie van aardappelstoomschillen, tarwezetmeel en wei los of in allerlei combinaties was op dagen 1, 8 en 15 significant lager dan van de combinaties waarin biergist en/of uiansap zat, behalve voor de combinatie met biergist op dag 1. De geurconcentratie waarbij de lucht als licht onaangenaam werd aangemerkt (geurbeleving) was bij droogvoer op alle dagen significant hoger dan alle combinaties van vochtrijke diervoeders. De geurbeleving van aardappelstoomschillen, tarwezetmeel en wei los of in combinatie was alleen op dag 1 significant hoger dan van de combinaties met biergist en uiansap en op dag 8 van de combinaties met biergist, maar verschilde voor de rest niet significant van de combinaties waarin biergist en/of uiansap zat.

Praktijkproef

In een proef op Praktijkcentrum Sterksel is nagegaan of er een effect is van rantsoenen met vochtrijke diervoeders op de geuremissie uit vleesvarkenstallen. Geurmetingen zijn uitgevoerd in vier vleesvarkenafdelingen, droogvoerkeuken en brijvoerkeuken tijdens een zomer- en een winterperiode. In elke afdeling is een ander rantsoen gevoerd. In afdeling A werd een standaard droogvoer verstrekt, in afdeling B brijvoerrantsoen zonder vochtrijke diervoeders, in afdeling C een brijvoerrantsoen met tarwezetmeel, aardappelstoomschillen en kaaswei en in afdeling D een brijvoerrantsoen met tarwezetmeel, aardappelstoomschillen, kaaswei en biergist. De geurconcentratie in de droogvoer- en brijvoerkeuken verschilde niet van elkaar en was veel lager dan de geurconcentratie uit de vleesvarkenafdelingen. In alle afdelingen was de geuremissie in de zomerperiode hoger dan in de winterperiode. Op de meetdagen varieerde de geuremissie uit de afdelingen van 1,6 tot 33,6 OU_E/s per varkensplaats. De gemiddelde geuremissie van afdelingen A, B, C en D was respectievelijk 9,2, 9,4, 8,2 en 9,4 OU_E/s per varkensplaats. De resultaten van deze proef laten zien dat er geen effect van het rantsoen is op de geuremissie uit vleesvarkenstallen.

Uit dit onderzoek blijkt dat bepaalde vochtrijke diervoeders wel een hogere geurconcentratie en -beleving hebben dan droogvoer, maar dit heeft geen effect op de geuremissie uit stallen. Er zijn daarom geen redenen om de geuremissie van varkensbedrijven die brijvoer verstrekken anders te behandelen dan varkensbedrijven die droogvoer gebruiken.

Summary

The use of liquid co-products from human food industries in diets for pigs has increased the last decade in The Netherlands. Nowadays municipalities receive frequent complaints about odour nuisance which are supposedly caused by pig facilities that are feeding liquid co-products. Therefore municipalities are enforcing additional legislation if liquid co-products are used. But no research has been done to investigate if odour emissions from pigs fed on liquid diets differs from pigs fed on dry diets.

Laboratory study

The laboratory study was conducted to investigate whether there is a difference between the odour concentration and hedonic odour tone from combinations of liquid co-products and dry feed. The used liquid co-products were potato steam peel, wheat starch, whey, beer yeast and onion juice. The dry feed was a commercial dry diet for finisher pigs. The liquid co-products and dry feed were stored in six storage tanks of 50 litre which were placed in a climate test chamber. In this study the odour concentration and hedonic odour tone of the dry feed and of all possible combinations of liquid co-products was determined. The hedonic odour tone was regarded as the odour concentration at which was considered to be light unpleasant. The study was split up in four periods of 15 days, in which on day 1, 8 and 15 odour samples were taken. On days 1 and 15 air from the separate tanks were combined. And on day 8 the separate liquid co-products were physical mixed on the basis of practical diets and from the combined mixtures air samples were taken. On day 1 the odour concentration of the dry feed was significant lower than the odour concentration of potato steam peel, wheat starch and whey loose or in kinds of combinations, but this was not case on days 8 and 15. The odour concentration of potato steam peel, wheat starch and whey loose or in kinds of combinations was on days 1, 8 and 15 significant lower than the combinations with beer yeast and/or onion juice, except for the combination with beer yeast on day 1. The hedonic odour tone of the dry feed was on all days significant higher than the combinations of liquid co-products. The hedonic odour tone of potato steam peel, wheat starch and whey loose or in kinds of combinations was only significant higher than the combinations with beer yeast and onion juice on day 1 and the combinations with beer yeast on day 8, but not significant different for the other combinations with beer yeast and/or onion juice.

Practical study

The practical study was conducted at the Centre for Innovative Pig Husbandry at Sterksel to investigate the effect of diet on odour emissions from finisher pigs. Odour measurements were carried out in four finisher pig rooms, dry feed kitchen and liquid feed kitchen during a summer and a winter period. In each room a different diet was fed. In room A a dry compound diet was fed, in room B a liquid compound diet, in room C a liquid diet with liquid wheat starch, potato steam peel and cheese whey and in room D a liquid diet with liquid wheat starch, potato steam peel, cheese whey and beer yeast. The odour concentration in the dry feed and liquid feed kitchen did not differ from each other and was much lower than the odour concentration in the finisher pig rooms. The odour emission during the summer period was higher in all four rooms compared to the winter period. On the measurement days the odour emissions from the four rooms varied from 1.6 to 33.0 OU_E/s per pig place. The mean odour emission from room A, B, C and D were respectively 9.2, 9.4, 8.2 and 9.4 OU_E/s per pig place. The results showed that there is no effect of the type of diet on the odour emission from pigs.

This study shows that some co-products have a higher odour concentration and hedonic odour tone, but they do not have an affect on the odour emission from pig facilities. Therefore there are no reasons to treat the odour emission from pig farms who feed liquid diets differently from pig farms who feed dry diets.

Inhoudsopgave

Samenvatting

Summary

1	Inleiding	1
2	Laboratoriumproef	2
2.1	Materiaal	2
2.2	Onderzoeksopzet	2
2.3	Meting van geurconcentratie en -beleving	3
2.4	Verwerking en analyse van resultaten	3
2.5	Resultaten	4
3	Praktijkproef	9
3.1	Voer	9
3.2	Huisvesting	9
3.3	Meetmethode	10
3.4	Verwerking en analyse van resultaten	10
3.5	Resultaten	10
4	Discussie	12
5	Conclusies	14
Bijlagen	15
Bijlage 1	Schema van de meetopstelling bij meting van combinatie wei en biergist op dagen 1 en 15	15
Bijlage 2	Overzicht van de combinaties van welke vaten de lucht gemengd is opgevangen bij de laboratoriumproef op dagen 1 en 15	15
Bijlage 3	Hoeveelheid product in de brijmengsels bij de laboratoriumproef op dag 8	17
Bijlage 4	Analyseresultaten van de producten in de laboratoriumproef	18
Bijlage 5	Berekende chemische samenstelling van de rantsoenen in de praktijkproef	19
Bijlage 6	List of tables and figures	20
Literatuur	21
Reeds verschenen PraktijkRapporten Varkens	22

1 Inleiding

Achtergrond

In de varkenshouderij vormen de voerkosten een belangrijk aandeel (40-50%) van de uiteindelijke kostprijs van varkensvlees. Door het vervangen van mengvoer door nevenproducten uit de levensmiddelenindustrie (vochtrijke diervoeders) zijn varkenshouders in staat om de voerkosten te verlagen. Een kenmerk van vochtrijke diervoeders is dat ze een grote diversiteit van herkomst en een variabele samenstelling hebben.

De huidige milieuwetgeving beoogt onder meer om hinder zoals geuroverlast van varkensbedrijven te voorkomen. Als beoordelingscriterium fungeert hierbij de Richtlijn Veehouderij en Stankhinder 1996 (VROM en LNV, 1996).

Waarschijnlijk worden in de nabije toekomst strengere eisen gesteld aan de geuremissie van varkensbedrijven.

Gemeenten ontvangen geregeld klachten over geuroverlast die veroorzaakt zou worden door varkenstallen waar men vochtrijke diervoeders opslaat en voert. Op dit moment nemen de gemeenten maatregelen door binnen het kader van de Wet Milieubeheer aanvullende voorwaarden te stellen aan het gebruik van vochtrijke diervoeders. Dit zijn onder andere:

- bepaalde producten mogen niet gevoerd worden
- aanpassingen aan de voerinstallatie en -opslag om morsen tegen te gaan
- afdekken van voeropslagen
- beperken van de voorraad producten

Omdat onderzoek naar de aard en omvang van geurhinder nog nauwelijks heeft plaatsgevonden, zijn deze voorwaarden echter niet of nauwelijks gebaseerd op objectieve maatstaven.

Als er te veel beperkingen worden gesteld aan het voeren van vochtrijke diervoeders is het voor een varkenshouder minder interessant om deze producten te voeren en moet de levensmiddelenindustrie meer kosten maken om deze producten te kunnen verwerken. Daarbij neemt het energiegebruik toe als vochtrijke diervoeders moeten worden vernietigd en/of gestort en moet men meer voedermiddelen importeren. Om te voorkomen dat het voeren van vochtrijke diervoeders steeds meer beperkt wordt op basis van gebrekkige informatie, is onderzoek uitgevoerd naar de effecten van vochtrijke diervoeders op de geuremissie. Dit onderzoek maakte deel uit van een groter onderzoek naar het effect van vochtrijke diervoeders op vlees-, vet- en slachtkwaliteit, geuremissie en mineralenbalans.

De geuremissie van een varkensbedrijf is van een aantal verschillende bronnen binnen het bedrijf afkomstig, zoals van mest, dieren en voer. Om te kunnen bepalen of het gebruik van vochtrijke diervoeders extra stankoverlast veroorzaakt is het onderzoek in twee fasen opgesplitst. In fase 1 is in een laboratoriumproef de geurconcentratie en -beleving van vochtrijke diervoeders bepaald ten opzichte van droogvoer. In fase 2 is op Praktijkcentrum Sterksel de geuremissie bepaald van vier vleesvarkenafdelingen met elk een eigen rantsoen.

Doelstelling

Het doel van dit onderzoek was:

1. Bepalen of de geurconcentratie en/of geurbeleving van vochtrijke diervoeders verschilt ten opzichte van droogvoer.
2. Bepalen of er een effect is van rantsoenen met vochtrijke diervoeders op de geuremissie uit vleesvarkenstallen.

2 Laboratoriumproef

De eerste fase van het onderzoek is uitgevoerd in een klimaatcel van Agrotechnology and Food Innovations (AenF) te Wageningen.

2.1 Materiaal

In het onderzoek is gebruik gemaakt van droogvoer (vleesvarkensvoer) en van de vochtrijke diervoeders tarwezetmeel, wei, aardappelstoomschillen, uiansap en biergist. Er is gekozen voor tarwezetmeel, wei en aardappelstoomschillen, omdat deze producten in veel rantsoenen voorkomen. Uiansap zou een mogelijke veroorzaker van geuroverlast zijn. Daarnaast wordt biergist ook veel afgezet in de varkenshouderij en is mogelijk een veroorzaker van geuroverlast.

De producten zijn in zes pvc-opslagvaten van 50 liter opgeslagen in een klimaatcel. De temperatuur in de klimaatcel hebben we rond de 15°C gehouden en de relatieve luchtvochtigheid rond de 75%. Van de producten is 45 liter opgeslagen in de pvc-opslagvaten. Tijdens de opslagperiode zijn de vochtrijke diervoeders elke 2 uur gedurende twee minuten geroerd met een handmengmixer en een tijdschakelklok. De aardappelstoomschillen zijn niet gemixt, omdat dit product niet of nauwelijks ontmengt tijdens opslag. Na afloop van elk opslagperiode zijn de vaten, mixers en toebehoren grondig gereinigd met water.

2.2 Onderzoeksopzet

Het onderzoek is uitgevoerd van oktober 2001 tot en met februari 2002. Het experiment was opgedeeld in vier blokken. Elk blok besloeg een periode van 15 dagen, waarbij we op 1, 8 en 15 dagen na de start van het blok geurmonsters namen. In een factorieel design in blokken met per blok droogvoer als controlebehandeling ($2^5 + 4 = 36$ experimentele eenheden) is de geurconcentratie en geurbeleving van vijf vochtrijke diervoeders (in alle mogelijke combinaties) nagegaan. In de opzetfase is verondersteld dat interacties tussen producten hooguit 2-weginteracties zijn (het ene product kan de geur van een ander product beïnvloeden, maar dit wordt niet afhankelijk van de aanwezigheid van een derde product verondersteld). In blok 2 was op dag 1 geen uiansap beschikbaar, omdat door de slechte weersomstandigheden de uienoogst en de verwerking moeizaam verliepen. Het uiansap werd daarom in blok 2 op dag 3 geleverd. De combinaties in blok 2 op dag 1 waarin uiansap is verwerkt, zijn bij de verwerking beschouwd als "missing values".

Bij de opslag van vochtrijke diervoeders in betonnen bunkers is de bovenkant open. Hierdoor treedt in de praktijk vermenging op van de lucht die afkomstig is van de verschillende opgeslagen producten. De lucht van verschillende producten kan elkaar versterken of juist neutraliseren. Om dit na te gaan zijn op dag 1 en dag 15 geurmonsters genomen van lucht van een of meerdere vaten. De geurmonsters zijn opgevangen in een geurzak. Indien lucht afkomstig was van meerdere vaten, dan werden via koppelingsstukken de aanzuigslangen van de verschillende vaten gekoppeld aan de geurzakken (zie schema in bijlage 1). De lengte van de aanzuigslangen van de verschillende vaten was hetzelfde. In elk blok zijn acht combinaties van lucht van de verschillende vochtrijke diervoeders getoetst. De lucht van vleesvarkensvoer is steeds als referentie gebruikt. In bijlage 2 staat welke combinaties van vochtrijke diervoeders in welk blok zijn getoetst.

Tijdens de verwerking van vochtrijke diervoeders worden de producten gemengd en voor een korte periode opgeslagen. Om na te gaan wat het effect is van het mengen van vochtrijke diervoeders zijn er brijmengsels van 5 kilogram vers product gemaakt van de opgeslagen vochtrijke diervoeders. De combinaties zijn gemengd op basis van droge stof in de verhouding van de vervangingspercentages van de producten in rantsoenen (VVM, 1997; bijvoorbeeld de combinatie tarwezetmeel en uiansap werd in verhouding 35:7 gemengd op drogestofbasis. In bijlage 3 staat met welke droge percentages en vervangingspercentages is gerekend en de hoeveelheid vers product in de brijmengsels. De benodigde hoeveelheden zijn op dag 8 uit de opslagvaten gehaald en in een lege en schone emmer van 10 liter gemengd. In totaal is per emmer 5 kg van het mengsel opgeslagen. Na een opslagperiode van een half uur zijn er geurmonsters genomen van de emmers met de brijmengsels. In elk blok zijn acht combinaties van producten getoetst en is vleesvarkensvoer met water als referentie gebruikt. In bijlage 3 is de hoeveelheid vers product in de brijmengsels weergegeven. Het water is gemengd met droogvoer in een verhouding van 2,5:1.

De leveranciers hebben voor elk blok een nieuwe partij product geleverd. Het geleverde droogvoer was telkens voor twee blokken. Bij aankomst van een product hebben we twee monsters uit de partij genomen en ingevroren. In één monster is een zetmeel- en Weender-Analyse (ruw eiwit, ruw as, droge stof, ruw vet en ruwe celstof) uitgevoerd door CCL-NutriControl te Veghel. Het andere monster was een reservemonster. In bijlage 4 staan de analyseresultaten van de gebruikte producten. De temperatuur en pH in de opslagtankjes zijn na elke geurmeting gemeten en geregistreerd met een mobiele pH-meter (Jenway 3310) voorzien van een pH-elektrode en een temperatuurelektrode. De ruimtetemperatuur en de luchtvochtigheid in de klimaatcel zijn tijdens de proef geregistreerd met behulp van een hygrometer.

2.3 Meting van geurconcentratie en -beleving

De geurmonsters zijn genomen door tussen 10.00 en 12.00 uur in de ochtend een geurzak van 60 liter met een constant debiet van 0,5 liter per minuut vol te zuigen. Dit gebeurde via de longmethode. In een luchtdichte container hebben we een lege geurzak geplaatst. Door een onderdruk te creëren in de container werden de geurzakken gedurende twee uur gevuld met lucht uit de pvc-opslagvaten. De geurzakken werden direct na monsternamen afgeleverd bij het geurlaboratorium en bleven in de containers zitten tot aan de analyse in het geurlaboratorium van AenF te Wageningen. Het geurlaboratorium heeft de geurmonsters binnen 30 uur na monsternamen geanalyseerd. Het geurlaboratorium bepaalde zowel de geurconcentratie als de geurbeleving van de geurmonsters met een olfactometer conform de Nederlandse Voornorm 2820 (NNI, 1995) en Duitse VDI-norm 3882 (VDI, 1992).

De olfactometer bestond uit een verdunningsapparaat en een paneltafel. Het verdunningsapparaat zorgde ervoor dat het geurmonster kon worden verdund met geurvrije omgevingslucht die vervolgens aan het geurpanel werd aangeboden. De personen van het geurpanel werden getest met behulp van het referentiegas butanol, waarbij de eis was dat zij in een bepaald gevoeligheidsgebied vielen. Extremen (zowel extreem goede als extreem slechte neuzen) werden niet goedgekeurd als geurpanellid. Bij het aanbieden van de geur zaten de panelleden aan een tafel, waarbij elk panellid twee trechters voor zich had. Willekeurig kwam uit de ene trechter geurvrije lucht en uit de andere trechter lucht van het geurmonster. De panelleden moesten aan beide trechters ruiken en gaven aan uit welke trechter de geur kwam en of zij dit zeker wisten, gokten of twijfelden. Het aanbieden van de geur begon met het bepalen van de geurconcentratie met de hoogste verdunning waarbij geen enkel panellid in staat was om de lucht van het geurmonster te onderscheiden van de geurvrije lucht. De concentratie liep bij iedere aanbieding op (de verdunningsfactor werd gehalveerd) net zolang totdat alle panelleden de lucht van het geurmonster wisten te onderscheiden van de geurvrije lucht. De geurconcentratie is berekend door het gemiddelde verdunningsfactor van het panel te bepalen. Deze verdunningsfactor leverde lucht op die per definitie één geureenheid per kubieke meter bevat, ofwel één European Odour Unit per kubieke meter ($1 \text{ OU}_E/\text{m}^3$). De oorspronkelijke lucht bevatte dus zoveel geureenheden als de verdunningsfactor aangaf.

Het geurpanel heeft ook de geurbeleving van de geurmonsters bepaald. Hierbij beoordeelde het geurpanel de aangenaamheid van de geur bij verschillende concentraties, waarbij de schaal liep van uiterst aangenaam (+4) via neutraal (0) tot uiterst onaangenaam (-4). Voor de score licht onaangenaam (-2) werd de bijbehorende geurconcentratie berekend. Deze berekening hebben we uitgevoerd door lineaire regressie tussen de logaritmen van de concentraties en de groepsgemiddelde geurbeleving.

2.4 Verwerking en analyse van resultaten

In een kwalitatieve analyse is verondersteld dat de producten op logaritmische schaal (aangezien de spreiding in geurconcentratie toeneemt bij hogere niveaus van geurconcentratie) een additieve bijdrage leveren aan de geurscores. Dit wil zeggen dat er per product is getoetst of de aanwezigheid (ongeacht de concentratie) van dit betreffende product in een mengsel een afwijkende geurconcentratie geeft. Interactie-effecten geven aan of twee producten elkaar versterken of afzwakken wat betreft geurconcentratie. De modelvergelijking is als volgt:

$$Y_{ijklmno} = \mu + \beta_i + \delta_j + \alpha_{k(j)} + \varphi_{l(j)} + \gamma_{m(j)} + \eta_{n(j)} + \kappa_{o(j)} + (\alpha\varphi)_{kl(j)} + \dots + (\eta\kappa)_{no(j)} + \varepsilon_{ijklmno}$$

waarbij:

$Y_{ijklmno}$	= de geurscore (geurconcentratie of geurbeleving),
μ	= het algeheel gemiddelde,
β_i	= het effect van blok i,
δ_j	= het gemiddelde effect van de producten (t.o.v. droogvoer),
$\alpha_{k(j)} + \varphi_{l(j)} + \gamma_{m(j)} + \eta_{n(j)} + \kappa_{o(j)}$	= het effect van resp. tarwezetmeel, wei, aardappelstoomschillen, biergist, uiensap
$(\alpha\varphi)_{kl(j)} + \dots + (\eta\kappa)_{no(j)}$	= de tweeweg-interacties tussen twee producten
$\varepsilon_{ijklmno}$	= restvariantie

Bij het hoofdeffect van een product is getoetst in welke mate de geurconcentratie van de combinaties *zonder* het product verschilt van de combinaties *met* het product erin. De combinaties kunnen al dan niet een mengsel van producten zijn.

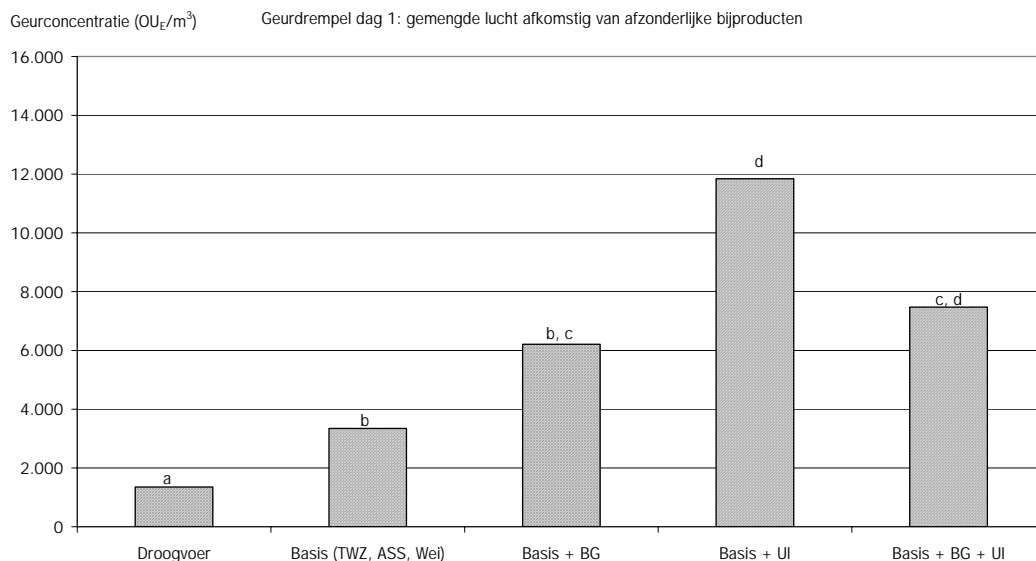
2.5 Resultaten

Geurconcentratie

Dag 1

Op dag 1 zijn geurmonsters genomen van lucht van een of meerdere vaten, waarin de producten waren opgeslagen. In figuur 1 staan de geurconcentraties van droogvoer en belangrijkste combinaties van vochtrijke diervoeders op dag 1. Een verschillende letter tussen de kolommen betekent een aantoonbaar verschil ($P < 0,05$) in geurconcentratie.

Figuur 1 Gemiddelde geurconcentraties van droogvoer en van de belangrijkste combinaties van vochtrijke diervoeders op dag 1 (TWZ = tarwezetmeel; ASS = aardappelstoomschillen; BG = biergist; UI = uiensap; Basis = alle proefbehandelingscombinaties met TWZ, ASS en/of Wei, maar zonder BG of UI)



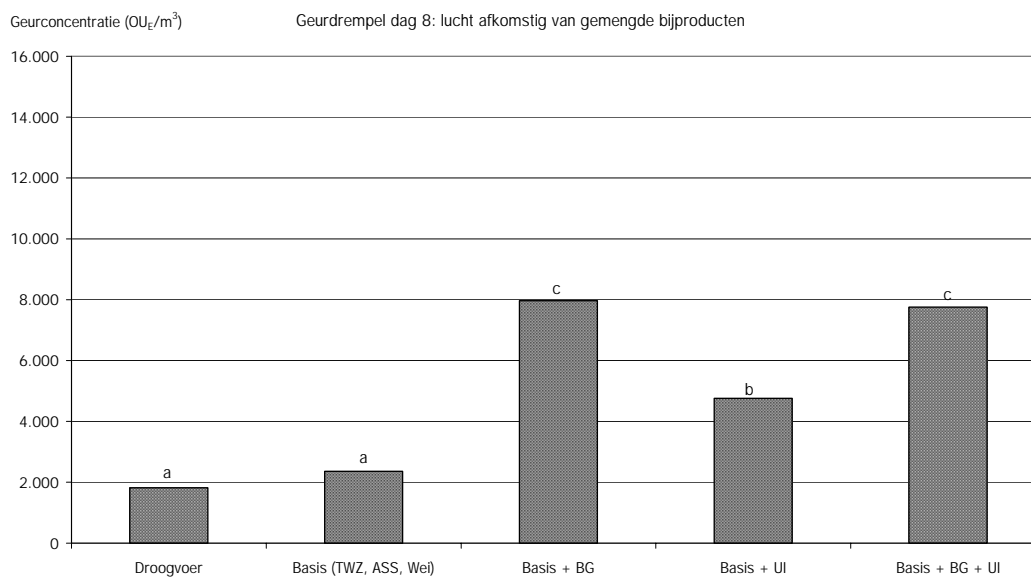
Uit figuur 1 blijkt dat de geurconcentratie van droogvoer op dag 1 afwijkt van de geurconcentraties van de belangrijkste combinaties van vochtrijke diervoeders. De geurconcentratie van tarwezetmeel, aardappelstoomschillen en wei los of in combinaties verschilde niet van de combinaties waarin wel biergist maar geen uiensap zat, maar wel van de combinaties met uiensap. De geurconcentratie van de combinaties met

uinsap maar geen biergist gaf de hoogste geurconcentratie. Uit de analyse kwam verder naar voren dat er een interactie bestond tussen aardappelstoomschillen en biergist en tussen biergist en uinsap. Zonder interactie zou de geurconcentratie van de combinaties met biergist en uinsap een optelling zijn van de effecten van biergist en uinsap. Maar dit blijkt niet het geval te zijn, want de geurconcentratie van combinaties met biergist en uinsap ligt lager dan van de combinaties met uinsap. Deze producten beïnvloeden elkaar dus. Ook bij aardappelstoomschillen en biergist is het gezamenlijke effect kleiner dan we op basis van de afzonderlijke effecten mogen verwachten.

Dag 8

Op dag 8 zijn geurmonsters genomen van lucht van emmers, waarin de producten fysiek waren gemengd en opgeslagen. In figuur 2 staan de geurconcentraties van droogvoer en belangrijkste combinaties van brijmengsels op dag 8, waarbij een verschillende letter tussen de kolommen een aantoonbaar verschil ($P < 0,05$) betekent in geurconcentratie.

Figuur 2 Gemiddelde geurconcentraties van droogvoer en belangrijkste combinaties van brijmengsels op dag 8 (TWZ = tarwezetmeel; ASS = aardappelstoomschillen; BG = biergist; UI = uinsap; Basis = alle proefbehandelingscombinaties met TWZ, ASS en/of Wei, maar zonder BG of UI)

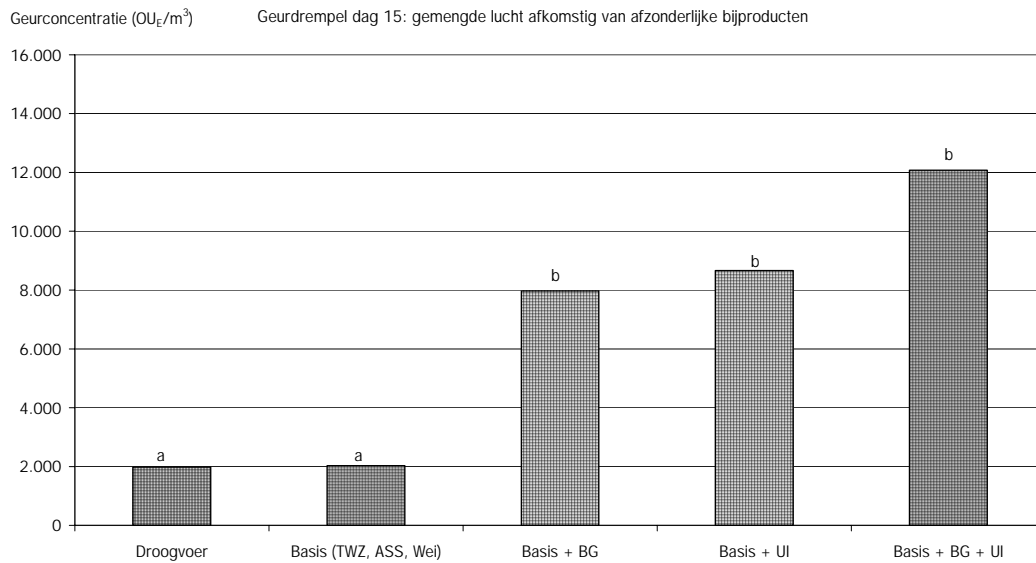


Uit figuur 2 blijkt dat op dag 8 de geurconcentratie van tarwezetmeel, aardappelstoomschillen en wei los of in combinaties niet afwijkt van de geurconcentratie van droogvoer. De geurconcentratie van de combinaties waarin biergist en/of uinsap zit wijkt wel af van de geurconcentratie van droogvoer. De geurconcentratie van de combinaties waarin wel uinsap zat maar geen biergist, wijkt af van de combinaties met biergist. Uit de analyse kwam verder naar voren dat er een interactie bestond tussen tarwezetmeel en biergist, tussen wei en biergist, tussen aardappelstoomschillen en biergist, tussen aardappelstoomschillen en uinsap en tussen biergist en uinsap. In alle gevallen blijkt de interactie tot gevolg te hebben dat het gezamenlijke effect kleiner is dan we op basis van de afzonderlijke effecten mogen verwachten.

Dag 15

Op dag 15 zijn geurmonsters genomen van lucht van een of meerdere vaten, waarin de producten waren opgeslagen. In figuur 3 staan de geurconcentraties van droogvoer en belangrijkste combinaties van vochtrijke diervoeders op dag 15. Een verschillende letter tussen de kolommen betekent een aantoonbaar verschil ($P < 0,05$) in geurconcentratie.

Figuur 3 Gemiddelde geurconcentraties van droogvoer en belangrijkste combinaties van vochtrijke diervoeders op dag 15 (TWZ = tarwezetmeel; ASS = aardappelstoomschillen; BG = biergist; UI= uiensap; Basis = alle proefbehandelingscombinaties met TWZ, ASS en/of Wei, maar zonder BG of UI)



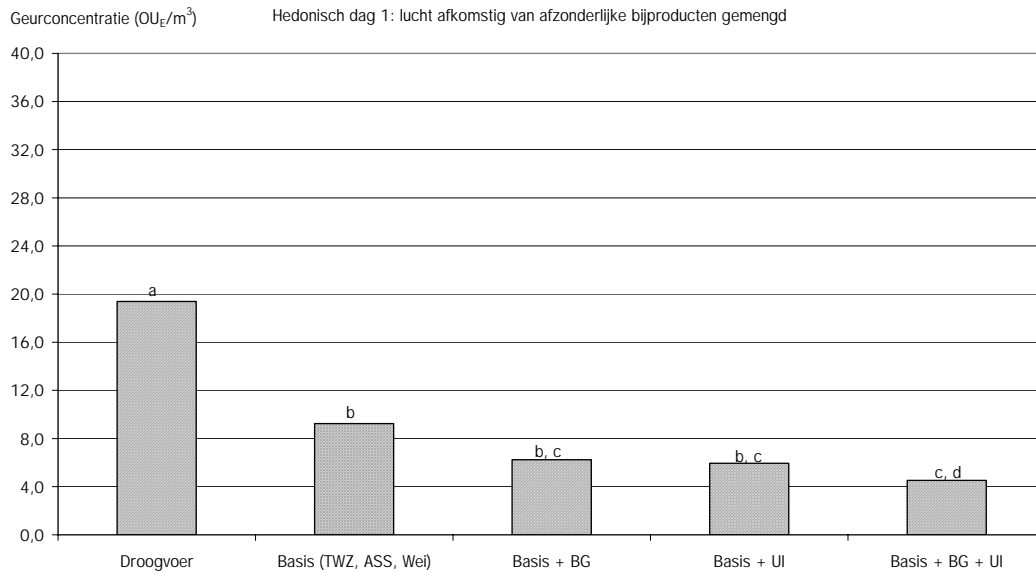
Uit figuur 3 blijkt dat op dag 15 de geurconcentratie van tarwezetmeel, aardappelstoomschillen en wei los of in combinaties niet afwijkt van de geurconcentratie van droogvoer. De geurconcentratie van de combinaties waarin biergist en/of uiensap zit wijkt wel af van de geurconcentratie van droogvoer, maar onderling wijken ze niet van elkaar af. Uit de analyse kwam verder naar voren dat er een interactie bestond tussen tarwezetmeel en biergist, tussen tarwezetmeel en uiensap en tussen biergist en uiensap. In alle gevallen blijkt de interactie tot gevolg te hebben dat de het gezamenlijke effect kleiner is dan we op basis van de afzonderlijke effecten mogen verwachten.

Geurbeleving

Dag 1

In figuur 4 staan de gemiddelde geurconcentraties van droogvoer en belangrijkste combinaties van vochtrijke diervoeders op dag 1, waarbij de lucht aangemerkt werd als licht onaangenaam. Een verschillende letter tussen de kolommen in de figuur betekent een aantoonbaar verschil ($P < 0,05$) in de geurbeleving van de vochtrijke diervoeders.

Figuur 4 Gemiddelde geurconcentraties van droogvoer en belangrijkste combinaties van vochtrijke diervoeders op dag 1, waarbij de lucht als licht onaangenaam is aangemerkt (TWZ = tarwezetmeel; ASS = aardappelstoomschillen; BG = biergist; UI = uiensap; Basis = alle proefbehandelingscombinaties met TWZ, ASS en/of Wei, maar zonder BG of UI)

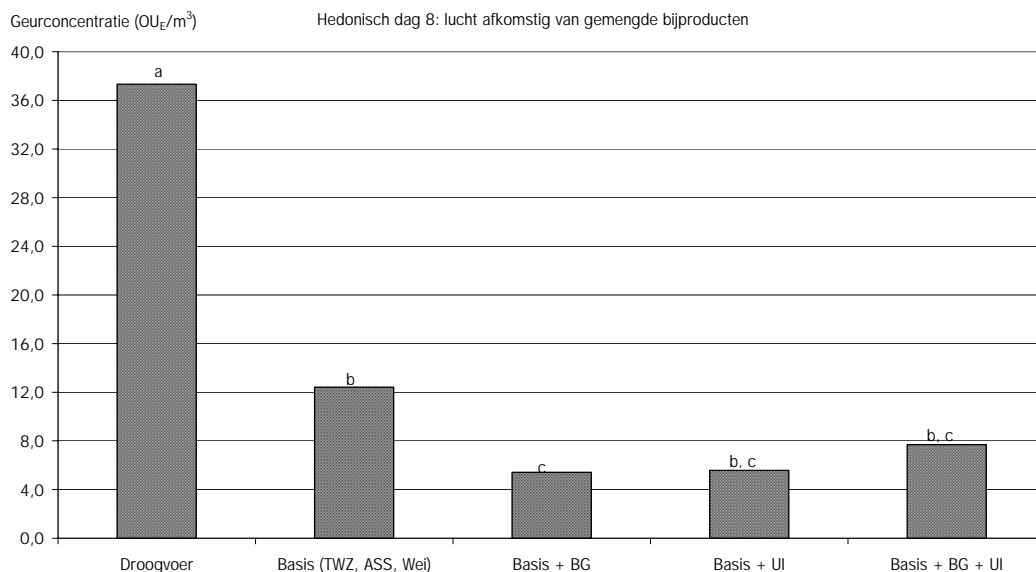


Uit figuur 4 blijkt dat van droogvoer een aantoonbare hogere geurconcentratie op dag 1 nodig is om in de klasse licht onaangenaam te vallen dan van de belangrijkste combinaties van vochtrijke diervoeders. Van tarwezetmeel, aardappelstoomschillen en wei los of in combinaties was alleen een aantoonbaar hogere geurconcentratie nodig om in de klasse licht onaangenaam te vallen dan van de combinaties met biergist en uiensap. Uit de analyse kwam verder naar voren dat er geen interacties waren tussen de verschillende vochtrijke diervoeders en dus dat de producten elkaar niet beïnvloeden.

Dag 8

In figuur 5 staan de gemiddelde geurconcentraties van droogvoer en belangrijkste combinaties van brijmengsels op dag 8 weergegeven, waarbij de lucht aangemerkt werd als licht onaangenaam. Een verschillende letter tussen de kolommen in de figuur betekent een aantoonbaar verschil ($P < 0,05$) in de geurbeleving van de brijmengsels.

Figuur 5 Gemiddelde geurconcentraties van droogvoer en belangrijkste combinaties van brijmengsels op dag 8, waarbij de lucht als licht onaangenaam is aangemerkt (TWZ = tarwezetmeel; ASS = aardappelstoomschillen; BG = biergist; UI = uiensap; Basis = alle proefbehandelingscombinaties met TWZ, ASS en/of Wei, maar zonder BG of UI)

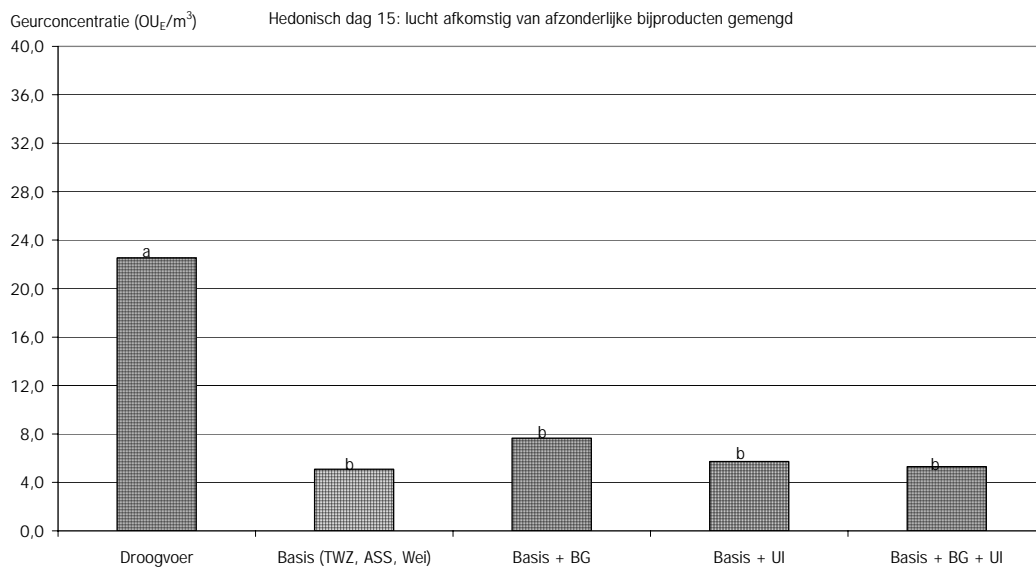


Uit figuur 5 blijkt dat van droogvoer een aantoonbaar hogere geurconcentratie op dag 8 nodig is om in de klasse licht onaangenaam te vallen dan van de belangrijkste combinaties van brijmengsels. Van tarwezetmeel, aardappelstoomschillen en wei los of in combinaties was alleen een aantoonbaar hogere geurconcentratie nodig om in de klasse licht onaangenaam te vallen dan van de combinaties brijmengsels met biergist. Uit de analyse kwam verder naar voren dat er geen interacties waren tussen de verschillende producten en dus dat de producten elkaar niet beïnvloeden.

Dag 15

In figuur 6 staan de gemiddelde geurconcentraties van droogvoer en belangrijkste combinaties van vochtrijke diervoeders op dag 15 waarbij de lucht aangemerkt werd als licht onaangenaam. Een verschillende letter tussen de kolommen in de figuur betekent een aantoonbaar verschil ($P < 0,05$) in de geurbeleving van vochtrijke diervoeders.

Figuur 6 Gemiddelde geurconcentraties van droogvoer en belangrijkste combinaties van vochtrijke diervoeders op dag 15, waarbij de lucht als licht onaangenaam is aangemerkt (TWZ = tarwezetmeel; ASS = aardappelstoomschillen; BG = biergist; UI = uiensap; Basis = alle proefbehandelingscombinaties met TWZ, ASS en/of Wei, maar zonder BG of UI)



Uit figuur 6 blijkt dat van droogvoer een aantoonbaar hogere geurconcentratie op dag 15 nodig is om in de klasse licht onaangenaam te vallen dan van de belangrijkste combinaties van vochtrijke diervoeders. Van tarwezetmeel, aardappelstoomschillen en wei los of in combinaties was geen aantoonbaar verschil met de combinaties met biergist en/of uiensap. Uit de analyse kwam ook naar voren dat er alleen een interactie bestond tussen tarwezetmeel en biergist. Het gezamenlijke effect blijkt groter dan we op basis van de afzonderlijke effecten verwacht mogen verwachten.

3 Praktijkproef

De tweede fase van het onderzoek hebben we uitgevoerd in een vleesvarkenstal van het Praktijkcentrum voor innovatie in de varkenshouderij te Sterksel. Uit fase 1 kwam naar voren dat zowel uiensap als biergist leidde tot hogere geurconcentraties. In fase 2 konden maximaal vier vochtrijke diervoeders in het onderzoek worden meegenomen. Aangezien biergist een grotere stroom is dan uiensap, is in de tweede fase voor biergist gekozen naast tarwezetmeel, aardappelstoomschillen en wei.

3.1 Voer

In de tweede fase zijn vier rantsoenen met elkaar vergeleken:

- Droogvoer (DV)
- Brijvoerrantsoen zonder vochtrijke diervoeders ofwel droogvoer in brijvorm (Brij: DV)
- Brijvoerrantsoen met wei, tarwezetmeel en aardappelstoomschillen (Brij: Wei, TWZ, ASS)
- Brijvoerrantsoen met wei, tarwezetmeel, aardappelstoomschillen en biergist (Brij: Wei, TWZ, ASS, BG)

Het brijvoerrantsoen zonder vochtrijke diervoeders is gemengd in een water-voer-verhouding van 2,5 op 1. Het voerrantsoen van zowel droogvoer als brijvoer voldeden aan de eisen uit de beoordelingsrichtlijn emissiearme stalsystemen (Hoek et al., 1996). In bijlage 5 staat de berekende chemische samenstelling van de voerrantsoenen. Het brijvoer is in drie voerbeurten (± 6.00 uur, ± 14.00 uur en ± 21.00 uur) verstrekt in lange troggen en het droogvoer onbeperkt in brijbakken. In tabel 1 staat het drogestofgehalte van de rantsoenen met vochtrijke diervoeders weergegeven en het aandeel van de vochtrijke diervoeders op drogestofbasis.

Tabel 1 Drogestofgehalte en samenstelling van de rantsoenen met vochtrijke diervoeders

Component	Brij: Wei, TWZ, ASS		Brij: Wei, TWZ, ASS, BG	
	start	afmest	start	afmest
Drogestofgehalte	25%	23%	22%	22%
Tarwezetmeel	25,0%	27,0%	25,0%	27,0%
Aardappelstoomschillen	6,0%	12,5%	6,0%	12,5%
Kaaswei	6,5%	6,5%	7,5%	5,0%
Biergist	0,0%	0,0%	5,0%	7,5%
Kernvoer	62,5%	54,0%	56,5%	48,0%

3.2 Huisvesting

Het onderzoek is uitgevoerd met vleesvarkens van het kruisingsstype Torso x (GYz x NL) in vier vleesvarken-afdelingen in twee opeenvolgende mest rondes, waarbij de eerste mestronde startte in juni 2002 (zomerronde) en de tweede in oktober 2002 (winterroude). De behandelingen (rantsoenen) zijn op afdelingsniveau toegepast en zijn niet dus gewisseld tussen beide rondes. Alle afdelingen waren vergelijkbaar ingericht, met twaalf hokken voor elk twaalf dieren. De hokken waren 2,5 meter breed en 5,0 meter diep. In twee afdelingen (DV en Brij: Wei, TWZ, AS) waren de hokken uitgevoerd vanaf de achterwand gezien met 2,0 m metalen driekantrooster (15 mm balk en 15 mm spleet), vervolgens een dichte bolle vloer (2,0 m), en 1,0 m betonrooster (65 mm balk, 20 mm spleet). In de twee andere afdelingen (Brij: DV en Brij: Wei, TWZ, AS, BG) waren de hokken uitgevoerd vanaf de achterwand gezien met 1,5 m metalen driekantrooster (15 mm balk en 15 mm spleet), vervolgens een dichte bolle vloer (2,8 m), en 0,7 m betonrooster (65 mm balk, 20 mm spleet). De hoogte van de hokafdeling was in alle afdelingen 1,1 m. Boven het driekantrooster was de hokafdeling open (metalene verticale spijlen), ter hoogte van de bolle vloer en betonroosters was de afdeling dicht. De afdelingen waren voorzien van het IC-V mestafvoersysteem. De verse lucht kwam de afdelingen binnen via een grondkanaal. De ventilatielucht werd afgevoerd door twee afzuigpunten in de afdeling. De klimaatsinstellingen voldeden aan eisen uit de beoordelingsrichtlijn emissiearme stalsystemen (Hoek et al., 1996). De afdelingen Brij: DV en Brij: Wei, TWZ, AS, BG zijn in beide rondes tegelijk opgelegd en de afdelingen DV en Brij: Wei, TWZ, AS in beide rondes 3 weken later tegelijk opgelegd. Per afdeling zijn in totaal 144 vleesvarkens gelijktijdig opgelegd en afgeleverd volgens de beoordelingsrichtlijn emissiearme stalsystemen (Hoek et al., 1996). De zeugen en borgen werden gescheiden opgelegd.

3.3 Meetmethode

In de proefafdelingen is op 10 dagen de geurconcentratie en het ventilatiedebiet gemeten. In de droogvoer- en brijvoerkeuken alleen de geurconcentratie, omdat deze niet geventileerd worden. Per ronde is op 5 dagen gemeten, waarbij de meetdagen verspreid lagen over de ronde. Op elke meetdag is van beide ventilatiekokers het ventilatiedebiet bepaald met behulp van de meetwaaier in de ventilatiekokers. De temperatuur van de uitgaande lucht gedurende de monstername is gelogd met behulp van een datalogger. De geurmonsters zijn genomen door tussen 10:00 en 12:00 2 uur een geurzak van 60 liter met een constant debiet vol te zuigen met lucht uit de ventilatiekokers of voerkeuken. Dit gebeurde via de longmethode waarbij in een luchtdichte container met de lege geurzak een onderdruk werd gecreëerd, waardoor de geurzak zich 2 uur vulde met de lucht uit de afdelingen en voerkeuken. De geurzakken werden na monstername afgeleverd bij het geurlaboratorium en bleven in de containers zitten tot aan de analyse in het geurlaboratorium. De geurmonsters werden binnen 30 uur na monstername geanalyseerd door het geurlaboratorium van AenF te Wageningen. Het geurlaboratorium bepaalde de geurconcentratie van de geurmonsters met behulp van een olfactometer conform de Nederlandse Voornorm 2820 (NNI, 1995). Zie ook paragraaf 2.3.

3.4 Verwerking en analyse van resultaten

De geuremissie uit een ventilatiekoker hebben we berekend door het ventilatiedebiet te vermenigvuldigen met de geurconcentratie. De geuremissie uit een afdeling is daarna berekend door de geuremissie uit beide ventilatiekokers op te tellen. Voor elke afdeling is op deze wijze de geuremissie op de 10 meetdagen afzonderlijk bepaald. Vervolgens is de geuremissie van elke afdeling berekend als het geometrisch gemiddelde van de geuremissies op de 10 meetdagen. Het geometrisch gemiddelde hebben we berekend door de natuurlijke logaritme te nemen van de geuremissies op de 10 meetdagen, deze te middelen en het gemiddelde om te rekenen naar de oorspronkelijke schaal met behulp van de exponentiële functie (e^x). Er is van een logaritmische schaal uitgegaan doordat de bijbehorende verdeling asymmetrisch van aard is, aangezien deze aan één zijde wordt begrensd door de waarde nul; negatieve concentraties kunnen niet voorkomen.

De droogvoer- en brijvoerkeuken werden niet geventileerd, waardoor het niet mogelijk was om de geuremissie uit de keukens te bepalen. De geurconcentratie in de keukens is berekend als het geometrisch gemiddelde van de geurconcentraties in de keukens op de 10 meetdagen.

3.5 Resultaten

In tabellen 2 en 3 staan de geometrische gemiddelden van de geurconcentraties en geuremissies en de gemiddelde ventilatiedebieten en temperatuur van de zomer- en de winterperiode.

Tabel 2 Gemiddelde geurconcentratie, ventilatiedebiet en geuremissie van de gemeten afdelingen en voerkeuken tijdens de zomerronde

Afdeling	Ventilatiedebiet (m ³ /uur)	Temperatuur van de uitgaande lucht (°C)	Geurconcentratie (OU _E /m ³)	Geuremissie (OU _E /sec./dierplaats)
DV	6.498	23,6	1.303	15,2
Brij: DV	5.458	26,1	1.828	18,6
Brij: Wei, TWZ, ASS	5.052	25,4	1.554	14,5
Brij: Wei, TWZ, ASS, BG	4.964	26,4	1.640	15,2
Droogvoerkeuken	-	-	553	-
Brijvoerkeuken	-	-	468	-

Tabel 3 Gemiddelde geurconcentratie, ventilatiedebiet en geuremissie van de gemeten afdelingen en voerkeukens tijdens de winterperiode

Afdeling	Ventilatiedebiet (m ³ /uur)	Temperatuur van de uitgaande lucht (°C)	Geurconcentratie (OU _E /m ³)	Geuremissie (OU _E /sec./dierplaats)
DV	2.266	20,8	1.351	5,5
Brij: DV	2.417	22,5	1.022	4,8
Brij: Wei, TWZ, ASS	2.141	21,8	1.132	4,7
Brij: Wei, TWZ, ASS, BG	2.269	22,9	1.327	5,8
Droogvoerkeuken	-	-	122	-
Brijvoerkeuken	-	-	101	-

Uit tabellen 2 en 3 blijkt dat de geuremissie in de zomerperiode hoger was dan in de winterperiode. In de droogvoerafdeling wordt dit vooral veroorzaakt door het verschil in ventilatiedebiet. De gemiddelde geurconcentratie was in deze afdeling namelijk ongeveer gelijk in de zomerperiode en winterperiode. Dit is niet het geval in de afdeling waar de brijvoerrantsoenen werden versterkt. In deze afdelingen was de geurconcentratie in de zomerperiode hoger dan in de winterperiode. In de zomerperiode was de geurconcentratie in de afdeling met droogvoer als brijvoer het hoogst, terwijl in de winter dit de afdeling met de laagste geurconcentratie was. In de zomerperiode was het ventilatiedebiet in de droogvoerafdeling beduidend hoger dan van andere afdelingen, maar niet in de winterperiode. Dit komt omdat in zomerperiode 2 meetdagen waren waarin het ventilatiedebiet van de droogvoerafdeling beduidend hoger lag dan de afdeling die tegelijk werd opgelegd. Tussen de gemiddelde geurconcentraties in de voerkeukens zat weinig verschil. Bovendien liggen deze beduidend lager dan de geurconcentraties in de afdelingen.

In tabel 4 staan de gemiddelde geuremissie, minimum, maximum en de variatiecoëfficiënt tijdens de meetperiode.

Tabel 4 Het geometrisch gemiddelde en de minimum en maximum geuremissie in de vier afdelingen

Afdeling	Gemiddelde (OU _E /sec./dierplaats)	Minimum (OU _E /sec./dierplaats)	Maximum (OU _E /sec./dierplaats)	Variatiecoëfficiënt (%)
DV	9,2	3,8	22,7	21
Brij: DV	9,4	1,3	33,6	28
Brij: Wei, TWZ, ASS	8,2	3,0	17,3	23
Brij: Wei, TWZ, ASS, BG	9,4	4,6	28,3	21

Uit tabel 4 blijkt dat de geuremissie uit de afdelingen met brijvoer met vochtrijke diervoeders niet hoger is dan uit de afdelingen waar alleen droogvoer werd versterkt. De afdeling met brijvoer met wei, tarwezetmeel en aardappelstoomschillen had gemiddeld de laagste geuremissie en de maximum geuremissie was hier ook het laagst. De afdeling waarin de dieren droogvoer in de vorm van brijvoer kregen, had de laagste minimum geuremissie, maar ook de hoogste maximum geuremissie. De variatiecoëfficiënt was vrij groot in alle afdelingen.

4 Discussie

We hebben in de eerste fase voor een experimentele opzet gekozen om zoveel mogelijk invloedsfactoren uit te schakelen, zoals management en geur veroorzaakt door mest enz. Hierdoor konden we een goede indicatie krijgen van wat puur aan de vochtrijke diervoeders kan worden toegeschreven. Het factoriele design is gekozen om een uitspraak te doen over een behoorlijk aantal vochtrijke diervoeders. De statistische analyse is beperkt tot een kwalitatieve analyse (ANOVA), waarbij de aanwezigheid (en niet de concentratie) van een product in verband werd gelegd met geurconcentratie. Voordeel van deze aanpak is dat we het kunnen zien als een robuuste analysemethode (minder afhankelijk van een of enkele invloedrijke waarnemingen). In een situatie met meer waarnemingen per proefbehandeling (combinatie) levert een meer kwantitatieve analyse (volgens de analysemethode van mixture designs) meer detailinformatie op.

Bij aanvang van de laboratoriumproef in de klimaatcel verwachten we dat de opslag van de vochtrijke diervoeders mogelijk voor geuroverlast zou zorgen in het gebouw waar de klimaatcel zich bevond. Dit bleek echter niet het geval. In de klimaatcel was nauwelijks iets waar te nemen van de producten. Zij waren opgeslagen in grotendeels afgesloten vaten, zodat alleen de lucht van elk product werd aangezogen. Dit gebeurde dan ook boven in elk vat. De vertaling van de resultaten uit de laboratoriumproef naar praktijksituaties is daarom niet zonder meer mogelijk, omdat de lucht bovenuit de vaten is afgezogen en dus sterk geconcentreerd was. In de praktijk zal er een vermenging optreden met lucht (verdunding) en met andere geurstoffen in de lucht. Het geeft wel aan dat bepaalde vochtrijke diervoeders in potentie een hogere geuremissie kunnen hebben dan droogvoer. De verwachting is echter dat bij een goede opslagmethode en management de eventuele extra geuroverlast minimaal is. Door een experiment kan nagegaan worden wat het effect is van bepaalde opslagmethoden op de geuremissie van producten.

Uit de praktijkproef zagen we dat er geen effect was van de vochtrijke diervoeders op de geurconcentratie en -emissie uit de vleesvarkenafdelingen. Dit in tegenstelling tot de resultaten uit de laboratoriumproef waarin wel een duidelijk effect van biergist en uisap werd waargenomen op de geurconcentratie en geurbeleving ten opzichte van droogvoer. Echter, in de laboratoriumproef zijn de vochtrijke diervoeders niet gemengd tot een volledig rantsoen met kernvoer en water. Daardoor kan het dat in praktijksituaties het effect van vochtrijke diervoeders op de geurconcentratie teniet wordt gedaan door toevoeging van kernvoer en water. Daarnaast voert men een vleesvarkenafdeling op Praktijkcentrum Sterksel binnen ongeveer 5 minuten en vreten de varkens de trog binnen ongeveer 10 minuten leeg. Het brijvoer is dus maar een korte tijd in de afdeling aanwezig. Doordat het meetprotocol voor geuremissies uit stallen een meetperiode voorschrijft van 10 tot 12 uur 's ochtends vielen de metingen buiten de voertijden. Als dit wel het geval was geweest, is het nog maar de vraag of we een duidelijk verschil tussen de behandelingen hadden gevonden. Mol en Ogink (2002) concludeerden dat de geuremissies van bedrijven met vochtrijke diervoeders niet verschilde van de geuremissie van varkensbedrijven met droogvoer. Hoewel in dat onderzoek een bedrijfseffect meespeelt, ondersteunt het de bevindingen in dit onderzoek. Daarnaast is het waarschijnlijker dat andere factoren zoals mest een veel belangrijker invloed hebben op de geuremissie dan het type rantsoen. Zo is volgens Le et al. (2004) mest de belangrijkste bron van geur en hebben volgens Mol en Ogink (2002) naast stalsystemen tal van andere factoren een grote invloed op de geuremissie uit stallen.

De vleesvarkenafdelingen waren in de praktijkproef niet geheel identiek uitgevoerd en niet allemaal tegelijk opgelegd, omdat dit niet mogelijk was. De afdelingen waar we brijvoer zonder vochtrijke diervoeders en brijvoer met aardappelstoomschillen, tarwezetmeel, kaaswei en biergist verstrekten, hadden een hoger percentage dichte vloer en zijn 3 weken eerder opgelegd dan de twee andere afdelingen. Deze twee afdelingen hadden ook de hoogste gemiddelde en maximum geuremissie. Hoewel de verschillen tussen de vier afdelingen niet groot zijn en we kunnen denken aan een toevalseffect, kan het ook veroorzaakt zijn door de oplegdata of door het percentage dichte vloer. De metingen zijn in dezelfde periode in de ronde uitgevoerd en daarbij ook tegelijk op 8 van de 10 meetdagen. Hieruit blijkt dat het effect van de oplegdata in dit onderzoek marginaal is. Uit onderzoek van Hopster en Hulsegge (2002) kwam naar voren dat in vergelijking met 40% dichte vloer meer hokbevuiling optreedt bij hokken met 60% dichte vloer. In dit onderzoek zijn echter geen hokbevuilingscores uitgevoerd, waardoor het niet bekend is of de hokbevuiling verschilde tussen de afdelingen en dus mogelijk voor een hogere geuremissie heeft gezorgd.

In de afdelingen met brijvoerrantsoenen waren de geurconcentraties in de zomerronde hoger dan in de winterronde. Dit was niet zo in de afdeling waar droogvoer werd verstrekt. Een mogelijke verklaring hiervoor is dat er meer hokbevuiling was gedurende de zomerronde in de afdelingen met brijvoer. Hoewel in dit onderzoek geen hokbevuilingscores zijn uitgevoerd, blijkt uit onderzoek van Hopster en Hulsegge (2002) dat meer

hokbevuiling optreedt in de zomerperiode bij brijvoerrantsoenen. De temperatuur kan ook een rol spelen, want deze was in de afdeling met droogvoer lager dan de andere afdelingen.

In de afdeling met het droogvoerrantsoen was het ventilatiedebiet tijdens 2 meetdagen in de zomerronde beduidend hoger dan in de afdeling die tegelijk werd opgelegd. Onduidelijk is echter wat hier de oorzaak was. Dit kan mogelijk tot een hogere geuremissie in deze afdeling hebben geleid. Als op deze 2 meetdagen het ventilatiedebiet van de afdeling die tegelijk werd opgelegd wordt gebruikt, dan daalt de geuremissie van de droogvoerafdeling naar 8,4 OU_E/s per varkensplaats. Dit is iets hoger dan in de afdeling die tegelijk werd opgelegd, namelijk de afdeling waar de dieren brijvoer met tarwezetmeel, aardappelstoomschillen en wei kregen. Echter, hierbij is verondersteld dat de geurconcentratie gelijk blijft, wat mogelijk niet terecht is, omdat in alle andere afdelingen de geurconcentratie in de zomerronde hoger was dan de winterronde. Een lager ventilatiedebiet op deze 2 meetdagen heeft dus weinig effect op de uitkomsten van het onderzoek.

De vier vleesvarkenafdelingen waren uitgevoerd met het IC-V systeem. Ogink en Lens (2001) vonden een geuremissie van 9,6 $OU_E/(s.dp)$ en een variatiecoëfficiënt van 25% bij een vleesvarkenstal met het IC-V systeem, wat goed overeenkomt met de waarde uit dit onderzoek. Daarentegen is door Mol en Ogink (2002) van vier vleesvarkensstallen met het IC-V systeem en droogvoer de geuremissie bepaald, waarbij alle waarden (13,4, 19,2, 22,9 en 45,1 $OU_E/(s.dp)$) hoger waren dan de waarden uit dit onderzoek. Volgens Mol en Ogink (2002) hebben naast stalsystemen tal van andere factoren een grote invloed op de geuremissie uit stallen.

In de praktijkproef kwamen de geuremissies van de vier vleesvarkenafdelingen met elkaar overeen. Van de uitgaande lucht is niet de geurbeleving bepaald. Dit kan wel verschillend zijn, maar naar de geurbeleving is amper onderzoek gedaan en wordt bij de bepaling van de stankemissie van een veehouderijbedrijf ook niet gebruikt. Bovendien is het maar de vraag of dit werkelijk verschillend tussen de afdelingen zou zijn aangezien men de mest als belangrijkste bron van geur ziet (Le, 2004).

Er is weinig bekend over de geuremissie uit voerkeukens van varkenstallen. Uit dit onderzoek komt naar voren dat de geurconcentratie tussen een droogvoer- en brijvoerkeuken weinig verschilde en dat deze concentratie in de voerkeukens beduidend lager lag dan in de vleesvarkenafdelingen. Bovendien is het ventilatiedebiet in een voerkeuken een stuk lager waardoor de geuremissie verwaarloosbaar klein is ten opzichte van die uit de afdelingen. Voor het berekenen van de geuremissie van een varkensbedrijf kunnen we de voerkeukens daarom buiten beschouwing laten.

5 Conclusies

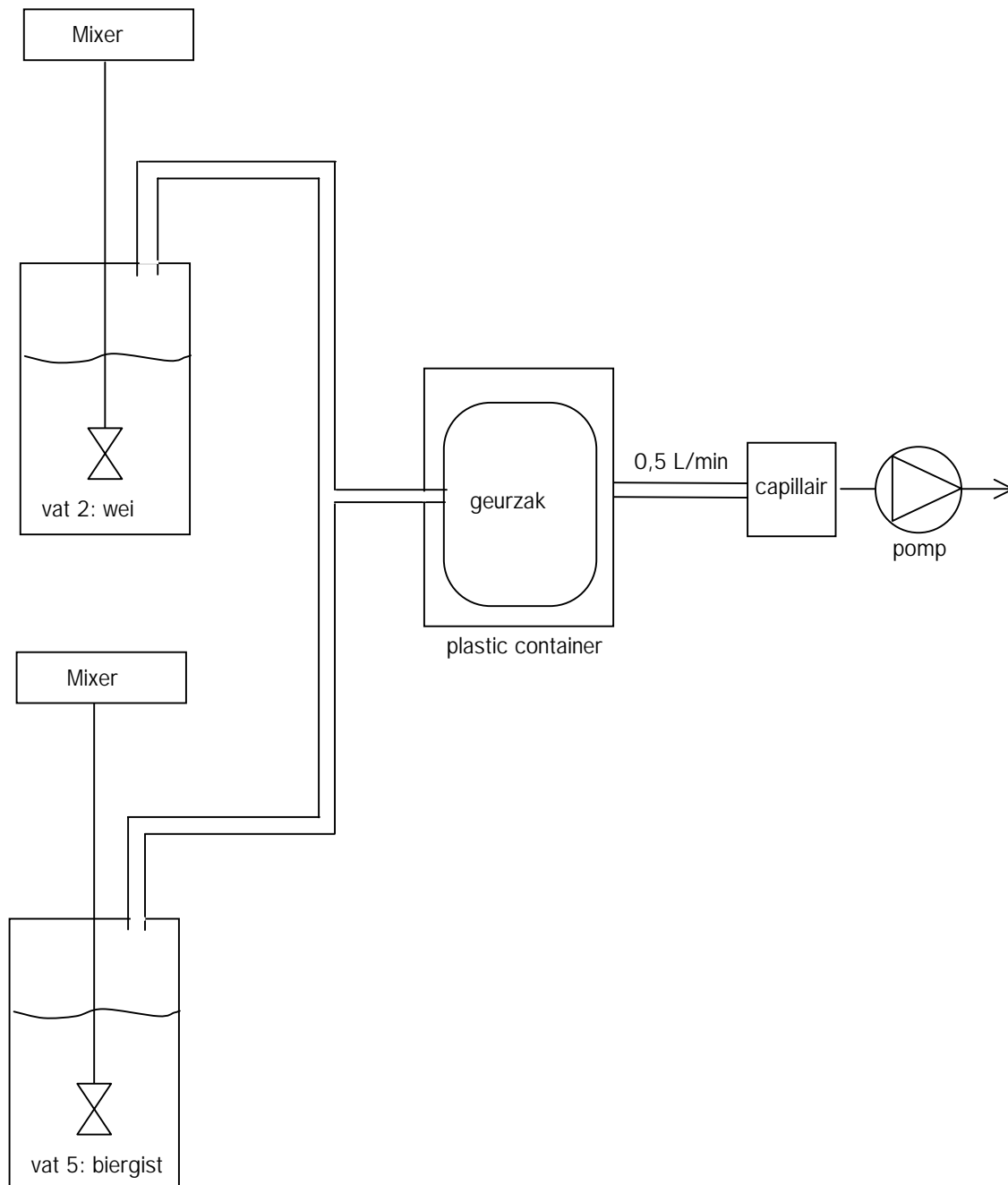
Uit de laboratoriumproef blijkt dat er over het algemeen geen verschil blijkt te bestaan tussen de geurconcentratie van droogvoer en aardappelstoomschillen, tarwezetmeel en wei los of in combinaties, maar de geurbeleving blijkt wel te verschillen. De combinaties met biergist en/of uisap hadden wel een hogere geurconcentratie dan de combinaties van aardappelstoomschillen, tarwezetmeel en wei, maar de geurbeleving verschilde over het algemeen niet tussen de combinaties van vochtrijke diervoeders.

Uit de praktijkproef blijkt dat in alle behandelingen de geuremissie in de zomerperiode hoger was dan in de winterperiode, maar dat er geen verschil was tussen behandelingen. Bovendien verschilde de geurconcentratie tussen de droogvoer- en brijvoerkeuken niet van elkaar en was deze veel lager dan de geurconcentratie uit de vleesvarkenafdelingen. De resultaten van deze proef laten zien dat er geen effect van het rantsoen is op de geuremissie uit vleesvarkenstallen.

Uit dit onderzoek blijkt dat bepaalde vochtrijke diervoeders wel een hogere geurconcentratie en -beleving hebben dan droogvoer, maar dit heeft geen effect op de geuremissie uit stallen. Er zijn daarom geen redenen om de geuremissie van varkensbedrijven die brijvoer verstrekken anders te behandelen dan varkensbedrijven die droogvoer aan het vee geven.

Bijlagen

Bijlage 1 Schema van de meetopstelling bij meting van combinatie wei en biergist op dagen 1 en 15



Bijlage 2 Overzicht van de combinaties van welke vaten de lucht gemengd is opgevangen bij de laboratoriumproef op dagen 1 en 15

Tabel A Combinaties van welke vaten de lucht gemengd is opgevangen op dagen 1 en 15

Blok	Geurzak nr.	Vat 1: TWZ	Vat 2: Wei	Vat 3: ASS	Vat 4: UI	Vat 5: BG	Vat 6: DV
1	1	0	0	0	0	0	0
	2	1	0	0	1	0	0
	3	0	1	1	0	0	0
	4	1	1	1	1	0	0
	5	1	1	0	0	1	0
	6	1	0	1	0	1	0
	7	0	0	1	1	1	0
	8	0	1	0	1	1	0
	9	0	0	0	0	0	1
2	1	1	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	1	0	0
	3	1	1	1	0	0	0
	4	0	1	1	1	0	0
	5	0	1	0	0	1	0
	6	0	0	1	0	1	0
	7	1	0	1	1	1	0
	8	1	1	0	1	1	0
	9	0	0	0	0	0	1
3	1	0	1	0	0	0	0
	2	1	1	0	1	0	0
	3	0	0	1	0	0	0
	4	1	0	1	1	0	0
	5	1	0	0	0	1	0
	6	0	0	0	1	1	0
	7	1	1	1	0	1	0
	8	0	1	1	1	1	0
	9	0	0	0	0	0	1
4	1	0	0	0	0	1	0
	2	1	0	0	1	1	0
	3	0	1	1	0	1	0
	4	1	1	1	1	1	0
	5	1	1	0	0	0	0
	6	0	1	0	1	0	0
	7	1	0	1	0	0	0
	8	0	0	1	1	0	0
	9	0	0	0	0	0	1

Verklaringen:

1= product zit wel in de combinatie

0= product zit niet in de combinatie

TWZ = Tarwezetmeel

Wei = Wei

ASS = Aardappelstoomschillen

UI = Uiensap

BG = Biergist

DV = Droogvoer

Bijlage 3 Hoeveelheid product in de brijmengsels bij de laboratoriumproef op dag 8**Tabel A** Hoeveelheid product (kg vers product) die in de combinaties zijn gemengd

Blok	Emmer nr.	TWZ	Wei	ASS	UI	BG	DV
1	1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	2	3,39	0,00	0,00	1,61	0,00	0,00
	3	0,00	3,65	1,35	0,00	0,00	0,00
	4	1,21	2,35	0,86	0,58	0,00	0,00
	5	1,34	2,61	0,00	0,00	1,05	0,00
	6	2,01	0,00	1,43	0,00	1,56	0,00
	7	0,00	0,00	1,81	1,21	1,98	0,00
	8	0,00	3,04	0,00	0,74	1,22	0,00
	9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,43
2	1	5,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	2	0,00	0,00	0,00	5,00	0,00	0,00
	3	1,37	2,66	0,98	0,00	0,00	0,00
	4	0,00	3,10	1,14	0,76	0,00	0,00
	5	0,00	3,57	0,00	0,00	1,43	0,00
	6	0,00	0,00	2,39	0,00	2,61	0,00
	7	1,68	0,00	1,20	0,80	1,31	0,00
	8	1,19	2,31	0,00	0,57	0,93	0,00
	9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,43
3	1	0,00	5,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	2	1,46	2,84	0,00	0,70	0,00	0,00
	3	0,00	0,00	5,00	0,00	0,00	0,00
	4	2,28	0,00	1,63	1,09	0,00	0,00
	5	2,81	0,00	0,00	0,00	2,19	0,00
	6	0,00	0,00	0,00	1,90	3,10	0,00
	7	1,13	2,19	0,81	0,00	0,88	0,00
	8	0,00	2,48	0,91	0,61	1,00	0,00
	9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,43
4	1	0,00	0,00	0,00	0,00	5,00	0,00
	2	2,22	0,00	0,00	1,06	1,73	0,00
	3	0,00	2,83	1,04	0,00	1,13	0,00
	4	1,02	1,98	0,73	0,48	0,79	0,00
	5	1,70	3,30	0,00	0,00	0,00	0,00
	6	0,00	4,01	0,00	0,99	0,00	0,00
	7	2,92	0,00	2,08	0,00	0,00	0,00
	8	0,00	0,00	3,00	2,00	0,00	0,00
	9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,43

Verklaringen:

TWZ = Tarwezetmeel

Wei = Wei

ASS = Aardappelstoomschillen

UI = Uiensap

BG = Biergist

DV = Droogvoer

droge stof = 25,0% en vervangingspercentage 35,0%

droge stof = 4,6% en vervangingspercentage 12,5%

droge stof = 15,0% en vervangingspercentage 15,0%

droge stof = 10,5% en vervangingspercentage 7,0%

droge stof = 11,0% en vervangingspercentage 12,0%

Bijlage 4 Analyseresultaten van de producten in de laboratoriumproef**Tabel A** Analyseresultaten (g/kg vers product) van tarwezetmeel

Kenmerk	Blok 1	Blok 2	Blok 3	Blok 4
Droge stof	200	186	247	219
Ruw eiwit	30	27	32	34
Ruw as	5	6	5	5
Ruwe celstof	6	5	6	5
Vet	6	7	6	4
Zetmeel	54	56	83	80

Tabel B Analyseresultaten (g/kg vers product) van wei

Kenmerk	Blok 1	Blok 2	Blok 3	Blok 4
Droge stof	55	54	52	53
Ruw eiwit	13	9	9	9
Ruw as	7	6	6	6
Ruwe celstof	<1	1	<1	<1
Vet	4	2	<1	2
Zetmeel	<1	1	<1	1

Tabel C Analyseresultaten (g/kg vers product) van aardappelstoomschillen

Kenmerk	Blok 1	Blok 2	Blok 3	Blok 4
Droge stof	133	135	125	128
Ruw eiwit	18	19	18	18
Ruw as	7	8	7	9
Ruwe celstof	8	11	12	9
Vet	<1	1	<1	<1
Zetmeel	56	54	41	41

Tabel D Analyseresultaten (g/kg vers product) van uiensap

Kenmerk	Blok 1	Blok 2	Blok 3	Blok 4
Droge stof	35	41	62	63
Ruw eiwit	7	7	10	10
Ruw as	3	4	7	6
Ruwe celstof	1	1	3	4
Vet	3	<1	<1	1
Zetmeel	<1	1	1	2

Tabel E Analyseresultaten van (g/kg vers product) biergist

Kenmerk	Blok 1	Blok 2	Blok 3	Blok 4
Droge stof	145	79	124	137
Ruw eiwit	73	32	74	71
Ruw as	9	3	6	6
Ruwe celstof	9	4	4	7
Vet	2	2	2	2
Zetmeel	15	5	7	11

Tabel F Analyseresultaten (g/kg vers product) van droogvoer (vleesvarkensvoer)

Kenmerk	Blok 1	Blok 2	Blok 3	Blok 4
Droge stof	884	891	884	906
Ruw eiwit	139	139	157	161
Ruw as	54	53	56	57
Ruwe celstof	53	53	48	50
Ruw vet	52	50	49	50
Zetmeel	380	375	372	384

Bijlage 5 Berekende chemische samenstelling van de rantsoenen in de praktijkproef**Tabel A** Startrantsoenen (g/kg voer op basis van 88% drogestof)

Rantsoen	EW	Ruw eiwit	Ruw vet	Ruwe celstof	Ruw as	Fosfor	Verteerbaar fosfor
DV	1,12	176	55	47	54	5,2	3,05
Brij: DV	1,12	179	54	46	53	5,1	3,05
Brij: TWZ, AS, Wei	1,09	176	24	36	53	3,9	3,11
Brij: TWZ, AS, Wei, BG	1,15	182	38	39	53	4,3	3,39

Tabel B Afmestrantsoenen (g/kg voer op basis van 88% drogestof)

Rantsoen	EW	Ruw eiwit	Ruw vet	Ruwe celstof	Ruw as	Fosfor	Verteerbaar fosfor
DV	1,12	153	60	62	49	4,2	1,95
Brij: DV	1,12	149	65	64	52	4,2	1,95
Brij: TWZ, AS, Wei	1,10	164	33	46	59	4,2	2,31
Brij: TWZ, AS, Wei, BG	1,16	179	28	39	56	4,5	2,52

Bijlage 6 List of tables and figures

Table 1: Average odour concentration, ventilation rate and odour emission of the measured rooms and feed kitchens

Table 2: Geometric mean, minimum and maximum odour emission in the measured rooms.

Figure 1: Average odour concentrations of dry compound feed and most important combinations of liquid co-products on day 1

Figure 2: Average odour concentrations of dry compound feed and most important combinations of liquid mixture of co-products on day 8

Figure 3: Average odour concentrations of dry compound feed and most important combinations of liquid co-products on day 15

Figure 4: Average odour concentrations of dry compound feed and most important combinations of liquid co-products on day 1, where the air is characterised as light unpleasant

Figure 5: Average odour concentrations of dry compound feed and most important combinations of liquid mixture of co-products on day 8, where the air is characterised as light unpleasant

Figure 6: Average odour concentrations of dry compound feed and most important combinations of liquid co-products on day 15, where the air is characterised as light unpleasant

Literatuur

Hoek, K.W. van der, J.H.G. Tuinte, H.J.M. Hendriks, F.J.J. Jansen, J. Oosthoek, W. Scherphof en A.M. Weerdhof, 1995. Meetprotocol voor geuremissie uit stallen. Werkgroep Emissiefactoren.

Hoek, K.W. van der, C.G.J. Leijen, H.J.M. Hendriks, W. Scherphof, A.M. van de Weerdhof, F. Jansen en J. Oosthoek, 1996. Beoordelingsrichtlijn voor emissie-arme stalsystemen.

Hopster, H. en B. Hulsegge, 2002. Hokbevuiling bij een vergroot aandeel dichte vloer voor vleesvarkens. pp. 7-10. In: H.A.M. Spoolder (Ed.). Huisvestingssystemen met 60% dichte vloeren voor vleesvarkens. Praktijkonderzoek Veehouderij, Lelystad.

Le, P.D., P.M. Becker, A.J.A. Aarnink, A.W. Jongbloed en C.M.C van der Peet-Schwering, 2004. Odour from pig production facilities: its relation to diet. Agrotechnology and Food Innovations B.V., Wageningen UR. Report nr. 115.

Mol, G. en N.W.M. Ogink, 2002. Geuremissies uit de veehouderij II. Overzichtsrapportage 2000 - 2002. Instituut voor Milieu- en Agritechniek, Wageningen UR, Wageningen.

NNI, 1995. NVN 2820 Luchtkwaliteit, sensorische geurmetingen met een olfactometer. Nederlands Normalisatie Instituut, Delft, maart 1995.

Ogink, N.W.M. en P.N. Lens, 2001. Geuremissie uit de veehouderij. Overzichtsrapportage 1996 - 1999. Instituut voor Milieu- en Agritechniek, Wageningen UR, Wageningen.

VDI, 1992. Olfaktometrie. Bestimmung der Geruchsintensität. Verein Deutscher Ingenieure, Düsseldorf.

VROM en LNV, 1996. Richtlijn Veehouderij en Stankhinder 1996. Publicatie van het Ministerie van Volksgezondheid, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer en het Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Voedselkwaliteit.

VVM, 1997. Bijproducten en ruwvoerders voor varkens, vleesvee en melkvee. FNM-sectie VVM, Twello.

Reeds verschenen PraktijkRapporten Varkens

Nr	Titel PraktijkRapport Varkens	Auteur(s)	Jaar	Prijs
31	Vochtige diervoeders en geuremissie uit vleesvarkensstallen	M. Timmerman, J.W. v. Riel, M.A.H.H. Smolders, E.M.A.M. Bruininx	Juli 2004	€ 17,50
30	Ruwvoer of stro voor drachtige zeugen	H.W. van der Mheen, H.A.M. Spoolder, M.C. Kiezebrink	April 2004	€ 17,50
29	Grote groepen vleesvarkens	E.M. v.d. heuvel, G.P. Binnendijk, A.I.J. Hoofs, A.J.J. Bosma, H.A.M. Spoolder	Maart 2004	€ 17,50
28	Strohuisvesting bij drachtige zeugen in grote groepen: knelpunten en oplossingen	H. Altena, H.M. Vermeer, T.A. Geijssel	Febr. 2004	€ 17,50
27	Vergelijking drie soja-eiwitten in biggenvoeders	T.B. Rodenburg, M.M. v. Krimpen, G.P. Binnendijk, E.M.A.M. Bruininx, A. Mulder	Febr. 2004	€ 17,50
26	Haalbaarheid verwerking kadavers op varkensbedrijven	A.V. v. Wagenberg, M. Timmerman, A.J.J. Bosma	Jan. 2004	€ 17,50
25	Effect van stikstofaanvoernormen 2003 op technische resultaten en N-excretie	M. v. Krimpen, A.H.A.A.M. v. Lierop, G.P. Binnendijk	2003	€ 17,50
24	Inventarisatie naar parasieten in de varkenshouderij	I. Eijck, M. Kiezebrink, F. Borgsteede, G. Binnendijk, M. Bokma-Bakker	2003	€ 17,50
23	Stabiele of wisselgroepen voor drachtige zeugen	H.W. van der Mheen, H.A.M. Spoolder, M.C. Kiezebrink	2003	€ 17,50
22	Onbeperkt voeren van drachtige zeugen in groepshuisvesting	C.M.C. van der Peet-Schwering, J.G. Plagge, G.P. Binnendijk	2003	€ 17,50
21	Bezinklagen en bemonstering van varkensmest	M. Timmerman, M.A.H.H. Smolders	2003	€ 17,50
20	Huisvestingskosten biologische varkenshouderij	A.J.J. Bosma, J. Enting	2003	€ 17,50
19	Rustige of ruige omgang met varkens	H.W. van der Mheen en H.A.M. Spoolder	2003	€ 17,50
18	Preventie en behandeling staartbijten bij gespeende biggen	J.J. Zonderland, M. Fillerup, C.G. v. Reenen, H. Hopster, H. Spoolder	2003	€ 17,50
17	Checklisten voor Salmonellabeheersing op vleesvarkensbedrijven	M.A. van der Gaag	2003	€ 17,50
16	Huisvestingssystemen met gescheiden klimaatzones bij gespeende biggen	M.T.J. de Leeuw, A.V. van Wagenberg, A.H.A.A.M. van Lierop, H. Altena, H.M. Vermeer	2003	€ 17,50
15	Effect van verrijking omgeving en beperking weidegang op wroetschade door zeugen	H. v.d. Mheen	2003	€ 17,50
14	Diergezondheid biologische houderij versus gangbare houderij	I. Eijck, G. Smolders, M. v. d. Gaag, M. Bokma	2003	€ 17,50
13	Effect van voeropname op de darmfysiologie van gespeende biggen tijdens de zoogperiode	E.M.A.M. Bruininx	2003	€ 17,50
12	Mineralenbalansen op afdelingsniveau in de varkensvermeerdering	M. Timmerman, M.A.H.H. Smolders	Maart 2003	€ 17,50
11	Arbeidsbelasting in de zeugenhoudery	E.M. van den Heuvel, J. Enting, J.J.H. Huijben, A.A.J. Looije, P. Roelofs, A.T.M. Hendrix	Febr. 2003	€ 17,50
10	Ruwecelstofrijke voeders voor zeugen: effect op reproductie en gedrag	C.M.C. van der Peet-Schwering	Jan. 2003	€ 17,50