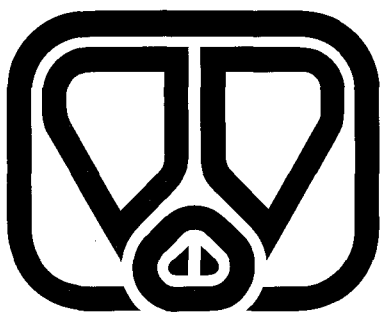


P.F.M.M. Roelofs
G.P. Binnendijk

De invloed van het afdekken van voerbakken op de stof- concentratie in afdelingen voor gespeende biggen



Praktijkonderzoek Varkenshouderij

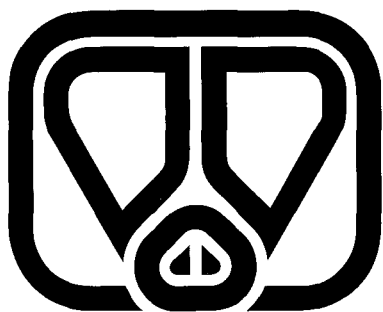
Redactie-adres
Postbus 83
5240 AB Rosmalen
tel: 073 - 528 65 55

Proefverslag nummer P 1.253

ing. P.F.M.M. Roelofs
ing. G.P. Binnendijk

De invloed van het afdekken van voerbakken op de stof- concentratie in afdelingen voor gespeende biggen

*Covering feeders in rooms
for weaned piglets; effect
on dust concentration in
the air*



Praktijkonderzoek Varkenshouderij

Locatie:
Proefstation voor de
Varkenshouderij
Postbus 83
5240 AB Rosmalen
tel. 073 - 528 65 55

Proefverslag nummer P 1.253
december 2000
ISSN 0922 - 8586

© 2000, Praktijkonderzoek Varkenshouderij, Rosmalen

Niets uit deze uitgave mag worden vermenigvuldigd of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever.

INHOUDSOPGAVE

	SAMENVATTING	4
	SUMMARY	5
1	INLEIDING	6
2	MATERIAAL EN METHODE	7
2.1	Proefbehandelingen	7
2.2	Huisvesting en bedrijfsvoering	7
2.3	Waarnemingen	8
2.4	Verwerking gegevens	9
3	RESULTATEN	12
3.1	Stofconcentraties	12
3.2	Technische resultaten	15
3.3	Gebruikservaringen	15
4	DISCUSSIE	17
4.1	Betekenis voor de praktijk	18
5	CONCLUSIES	19
	LITERATUUR	20
	BIJLAGEN	22
	REEDS EERDER VERSCHENEN PROEFVERSLAGEN	24

SAMENVATTING

In de stal voor gespeende biggen op het varkensproefbedrijf in Rosmalen is in 1994 en 1999 onderzoek verricht naar de invloed van het afdekken van droogvoerbakken op de stofconcentratie in de stallucht. De vulopening van de voerbakken werd afgedekt met een plaat waar de vulpijpen van de voerinstallatie precies doorheen pasten. Tijdens de eerste meetperiode (in 1994) waren de proefafdelingen voorzien van plafondventilatie en bovenafzuiging, tijdens de tweede meetperiode (in 1999) van 'schone-neuzenventilatie'. Dit laatste is een aangepast ventilatiesysteem waarbij de lucht boven de werkgang de afdeling binnenkomt en onder de roosters wordt afgezogen (Roelofs en Binnendijk, 2000). De biggen waren gehuisvest in afdelingen met zes hokken voor elk tien dieren. De vloer in de hokken bestond voor 44% uit een dichte, bol uitgevoerde betonvloer met vloerverwarming en voor 56% uit metalen driekantrooster. De biggen werden onbepaald gevoerd in drievaks droogvoerbakken (1994) of in eenvaks brijbakken (1999). In 1994 kregen ze de eerste drie weken na opleg meel en in 1999 gepelleteerd krachtvoer. De rest van de opfokperiode kregen de biggen in beide perioden gepelleteerd krachtvoer. Onderzocht is de invloed van het afdekken van de voorraadbak van voerbakken op de gemiddelde concentraties inhaleerbaar en

respirabel stof in de afdelingen, op het verloop van de concentratie inhaleerbaar stof gedurende het etmaal en op de technische resultaten en uitval van de biggen. In totaal zijn er acht herhalingen uitgevoerd. Uit het onderzoek blijkt dat het afdekken van de voerbakken geen significante invloed heeft op de gemiddelde concentraties inhaleerbaar stof op 1,70 m boven de werkgang en op 1,0 m boven de hokken, noch op de concentratie respirabel stof boven de werkgang. Ook het verloop van de concentratie inhaleerbaar stof boven de werkgang tijdens het etmaal verandert niet noemenswaardig. De stofconcentratie overschrijdt vrijwel de gehele werkdag de op epidemiologisch onderzoek gebaseerde grenswaarde, waaronder volgens Donham en Cumro (1994) geen schadelijke effecten van blootstelling aan stof in stallucht worden verwacht. Het afdekken van de voerbakken heeft geen invloed op de technische resultaten en de uitval van de gespeende biggen. Het afdekken van de voerbakken wordt door de dierverzorgers als lastig ervaren. Controle op de aanwezige voervoorraad wordt bemoeilijkt doordat er stof op de deksels blijft liggen. Ook het reinigen van de voerbakken kost extra tijd. Geconcludeerd wordt dat het afdekken van de voerbakken in afdelingen voor gespeende biggen niet zinvol is.

SUMMARY

In 1994 and in 1999 an experiment was carried out in rooms for weaned piglets at the experimental farm at Rosmalen to study the effect of covering feeders on dust concentration in the air in houses for weaned piglets.

The rooms consisted of six pens for 10 piglets each, with 44% of concrete floors with floor heating and 56% of tribar-slatted floors.

The piglets were fed ad libitum using a three-space feed hopper (1994) or a single-space wet/dry feeder (1999). In 1994 they were fed meal during the first three weeks after weaning and pelleted feed later; in 1999 they were fed pelleted feed only.

During the first measuring period (in 1994) the rooms were ventilated through ceiling-ventilation for the entire room and by a mechanical air exhaust at 1.70 m above the operator walkway. During the second measuring period (in 1999) the rooms were ventilated by means of an adapted ventilation system with air inlet through a horizontal ventilation shaft for ceiling ventilation only above the operator walkway and a mechanical air exhaust by under-slat air extraction (Roelofs and Binnendijk, 2000).

The treatments in this experiment were:

Covered: The mouth of the feeders was covered with a plate, with openings that fitted closely to the filling pipes of the feeding equipment.

Uncovered: The mouth of the feeders was not covered.

During 8 batches concentrations of inhalational and respirable dust at 1.70 m above the operator walkway and concentrations of inhalational dust at 1.0 m above the lying area were measured. No effect of covering feeders on dust concentration or on performance of the piglets could be found. Also the circadian fluctuation of the inhalational dust concentration was not affected.

The use of covering plates was disadvantageous to the workers. To check feed stock proved to be more difficult, as was the periodical cleaning after each batch. Since no positive effects of covering the feeders were found, it is not recommended to cover the mouth of feeders for dry feed.

1 INLEIDING

Varkenshouders hebben relatief veel respiratoire klachten, wat voor een belangrijk deel wordt toegeschreven aan de luchtkwaliteit in de stallen. Roelofs en Binnendijk (2000) beschrijven in een literatuuroverzicht de aard en incidentie van gezondheidsklachten bij varkenshouders, mogelijke oorzaken van deze klachten en bronnen van luchtverontreiniging in de stallen. Eén van de risicofactoren die deze klachten kunnen veroorzaken is het stof dat doorgaans in stallucht aanwezig is. Het voer is één van de stofbronnen.

Voer als bron van stof

Het voer en de voermethode hebben veel invloed op de stofconcentratie in stallen. Het stof in stallucht bestaat voor een belangrijk deel uit voerdeeltjes (Curtis et al., 1975; Aarnink et al., 1999). In stallen met brijvoer-verstrekking is de concentratie totaal stof 22 tot 54% lager en de concentratie respirabel stof 0 tot 36% lager dan in stallen met droogvoer (Bækbo en Wolstrup, 1989; Pedersen en Mortensen, 1989; Robertson, 1992). Als droogvoer wordt verstrekt geeft gepelleteerd voer doorgaans 19 tot 36% minder stof dan meel (Attwood et al., 1987; Zeitler et al., 1987), al wordt incidenteel het tegengestelde gevonden (Cargill et al., 1995). Bij gepelleteerd voer kan de hoeveelheid stof verder worden gereduceerd door de korrels met een vetlaagje te coaten (Li et al., 1992, geciteerd door Robertson, 1994). Bij ongepelleteerd voer heeft toevoeging van sojaolie een soortgelijk effect (Mankell et al., 1995).

Behalve de vorm van het voer is ook de manier van voerverstrekking van invloed. Vooral beperkt gevoerde varkens zijn rond de voertijden zeer actief. Pedersen (1993) heeft een sterke correlatie aangetoond tussen de activiteit van varkens en de hoeveelheid stof in de lucht. Op tijden dat er in de stal wordt gewerkt zijn de varkens onrustig en is de stofconcentratie het hoogst (Zeitler-Feicht et al., 1991; Van 't Klooster et al., 1991; Roelofs en Adams, 1997). Volgens Preller et al. (1995) is de stofconcentratie tijdens het voeren zelfs 27% hoger dan buiten de voertijden.

Verlaging van blootstelling aan stof

Verlaging van de blootstelling kan op verschillende manieren worden gerealiseerd. De aanschaf van persoonlijke beschermingsmiddelen zoals stofmaskers, en mechanisatie of automatisering van het werk hebben doorgaans onvoldoende effect op de blootstelling (Roelofs en Binnendijk, 2000). Stofmaskers bieden niet altijd voldoende bescherming tegen de endotoxinen in het stof, en mechanisatie of automatisering leiden doorgaans niet tot verkorting van de blootstelling maar tot uitbreiding van het aantal varkens per arbeidskracht. Verlaging van de stofconcentratie op de werkplek - de stal - is de beste manier om de stofbelasting van varkenshouders en andere personen die in de stal werken te verlagen. Roelofs en Binnendijk (2000) beschrijven diverse methoden, waarvan de meeste echter niet of onvoldoende effectief zijn, ongewenste neveneffecten hebben of te duur zijn.

Zoals hiervoor is vermeld is tijdens het voeren de stofconcentratie hoog en hangt dit samen met de activiteit van de varkens. Daarnaast is tijdens het mechanisch vullen van de voorraadbak van droogvoer- of brijbakken vaak een pluim van stof zichtbaar als het voer in de bak valt. Door de voorraadbak van boven af te dekken wordt dit stof in de bak gehouden, wat wellicht een gunstig effect heeft op de stofconcentratie in de lucht. Als dit gunstige effect groot genoeg is zou dit een goedkope maatregel zijn om de arbeidsomstandigheden te verbeteren. Bij handmatig voeren komt eveneens stof vrij, maar dat is niet op deze eenvoudige manier te voorkomen.

Doelstelling

Het onderzoek is uitgevoerd om na te gaan wat de invloed is van het afdekken van de voorraadbak van voerbakken op:

- a het rondegemiddelde van de stofconcentratie in de stallucht;
- b het verloop van de stofconcentratie gedurende de dag;
- c de technische resultaten van de biggen.

2 MATERIAAL EN METHODE

Het onderzoek is uitgevoerd in de biggen-opfokstal van het varkensproefbedrijf in Rosmalen, met een lange onderbreking tussen twee meetperiodes. De eerste meetperiode, met vier rondes, was van juli tot en met december 1994 en de tweede meetperiode, eveneens met vier rondes, was van februari tot en met juli 1999. In de tussenliggende periode zijn onder andere de afdelingen waarin het onderzoek is uitgevoerd verbouwd.

2.1 Proefbehandelingen

Er waren twee proefbehandelingen, namelijk: *afgedekte voerbakken*:

de voorraadbak van elke voerbak is afgedekt met plastic folie of met een plaat triplex of plexiglas, waar de vulpijp van de voerinstallatie precies doorheen past (bijlage 1); *open voerbakken*:

de voorraadbakken van de voerbakken zijn niet afgedekt.

De proefbehandelingen zijn op afdelingsniveau met elkaar vergeleken. Tijdens de eerste meetperiode was de proefbehandeling verstrengeld met de afdeling, tijdens de tweede meetperiode werden de proefbehandelingen per ronde verwisseld tussen beide proefafdelingen.

2.2 Huisvesting en bedrijfsvoering

De afdelingen bestonden uit een voergang met een enkele rij van zes hokken van 1,25 bij 2,60 m, waarin tien of elf biggen werden gehuisvest. Vanaf de voergang bestond de vloer van de hokken uit 1,10 m metalen driekantrooster, 1,15 m betonnen dichte, bolle

vloer met vloerverwarming en 0,35 m metalen driekantrooster. De hokafscheidingen bestonden uit 0,70 m hoog trespa boven de dichte vloer en het achterste rooster en 0,70 m hoge verticale metalen spijlen boven de brede roostervloer voor in het hok.

Voersysteem

De biggen kregen onbeperkt water en voer. Een voerinstallatie vulde tweemaal daags de bakken. Per voerbeurt werd zoveel voer verstrekt dat de voerbakken net niet leeg kwamen voor de volgende voerbeurt. Het voersysteem verschilde tussen de twee meetperiodes, zoals in tabel 1 is weergegeven.

De "Robomat", waarmee in 1994 werd gevoerd, is een automatisch voersysteem, waarbij een voerkar over rails in de nok van de afdeling rijdt en per voerbak de gewenste hoeveelheid voer in een trechter doseert, vanwaar het voer via een gesloten vulpijp naar de voerbak glijdt.

Klimaatregeling

Tijdens beide meetperiodes werd de lucht tot 6°C voorverwarmd in de centrale gang. Tijdens de eerste meetperiode kwam de lucht vervolgens de afdelingen binnen via een folieplafond en werd deze mechanisch afgevoerd door middel van bovenafzuiging op 1,50 m hoogte boven de werkgang, achter in de afdeling. Bij opleg werden de vloerverwarming en ruimteverwarming ingeschakeld als het kouder werd dan 32 respectievelijk 27°C. De inschakeltemperaturen werden trapsgewijs verlaagd tot 24°C (vloerverwarming) en 19°C (ruimteverwarming) aan

Tabel 1: Voersystemen tijdens beide meetperiodes

	1994	1999
voerbak (foto)	droogvoerbak met drie vreetplaatsen op voorste rooster, daarnaast een verstelbare drinknippel	brijbak op voorste rooster
voersoort	eerste drie weken onbeperkt meel, daarna gepelleteerd voer	onbeperkt gepelleteerd voer
doseersysteem	'Robomat'	voerleiding met sleepkabel

het einde van de opfokperiode. De P-band (het temperatuurtraject waarbinnen het ventilatieniveau toeneemt van minimumventilatie tot het ingestelde maximum) liep van 31 tot 35°C bij opleg en van 26 tot 30°C aan het einde van de ronde.

Tijdens de tweede meetperiode werd 'schoone-neuzenventilatie' toegepast. Hierbij kwam de voorverwarmede lucht de afdeling binnen via een koker boven de werkgang, met aan de onderkant een ventilatiedoek, en werd de lucht via onderafzuiging afgevoerd (Roelofs en Binnendijk, 2000). Verder was de handmatige en trapsgewijze verandering van inschakeltemperaturen vervangen door een klimaatcomputer met temperatuurcurve en nam de inschakeltemperatuur van de vloerverwarming gedurende de ronde af tot 20°C in plaats van 24°C. De P-band liep nu bij opleg van 29 tot 31°C en aan het einde van de ronde van 26 tot 29°C. Het ventilatieniveau lag bij opleg van de biggen tussen 3,75 en 6,25 m³/big/uur en aan het einde van de opfokperiode tussen 10 en 25 m³/big/uur.

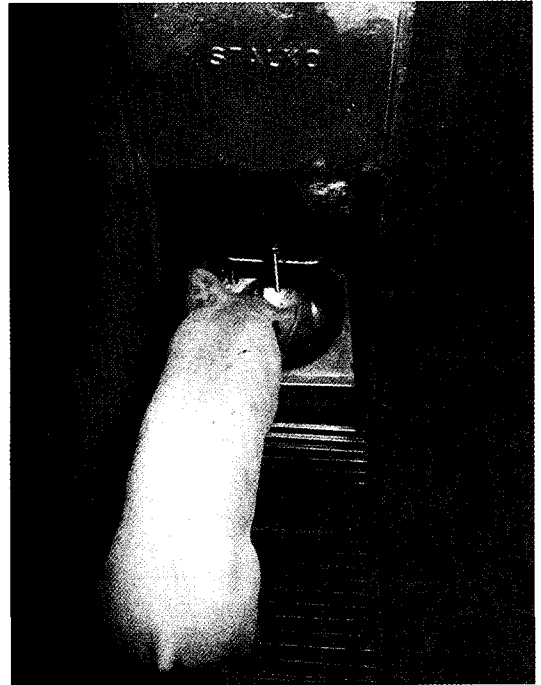
Verzorging van de biggen

De biggen werden op een leeftijd van vier weken opgelegd. De ronde werd afgesloten als de eerste biggen uit de afdeling werden afgeleverd. Het gemiddelde gewicht lag dan rond de 23 kg.

De biggen in beide proefafdelingen werden gelijktijdig en met een vergelijkbaar gewicht opgelegd in een gereinigde en gedesinfecteerde afdeling. De werkgangen werden gedurende de proefronden niet geveegd of schoongespoten.

2.3 Waarnemingen

Om stofconcentraties te meten zijn er gravimetrische metingen en on-line metingen verricht. De gravimetrische metingen geven inzicht in de gemiddelde stofconcentratie over een wat langere periode (meestal een etmaal). Op basis van de resultaten van de on-line metingen kan de variatie van de stofconcentratie in de tijd (bijvoorbeeld binnen het etmaal) worden bepaald.



Droogvoerbak en drinknippel tijdens eerste meetperiode (links) en brijbak tijdens tweede meetperiode (rechts)

Stofconcentratie in de stallucht

De gravimetrische metingen zijn uitgevoerd op 1,70 m hoogte boven het midden van de voergang (inhaleerbaar en respirabel stof)¹ en op 1,0 m hoogte boven de ligruimte in het derde hok (inhaleerbaar stof). Het meetprotocol voor deze metingen is weergegeven in bijlage 1 van Roelofs en Binnendijk (2000).

De on-line metingen, eveneens op 1,70 m hoogte boven het midden van de voergang, zijn afwisselend uitgevoerd in de afdeling met afgedekte voerbakken en in de afdeling met niet-afgedekte voerbakken. Hiervoor is een lichtverstrooiingsmeter (Casella 950) gebruikt. Ook deze meetmethode is beschreven in Roelofs en Binnendijk (2000).

Tenslotte is in beide proefafdelingen eenmaal rond het voeren een on-line meting uitgevoerd met een Grimm stofmeter (Grimm portable dust monitor 1.100). Deze meet het verloop van de fracties > 0,5 µm, > 1 µm, > 2 µm, > 5 µm en > 10 µm. De meter is opgesteld op 1,25 m hoogte boven de voergang.

Overige variabelen

Van de biggen zijn de begin- en eindgewichten vastgelegd bij respectievelijk de opleg van de biggen en het afsluiten van de ronde. Over de tussenliggende periode zijn het voerverbruik en de uitval geregistreerd.

2.4 Verwerking gegevens

De uitgevoerde analyses hebben betrekking op de hoeveelheden inhaleerbaar en respirabel stof en op de technische resultaten van de biggen. Gedurende de eerste meetperiode, in 1994, waren de proefbehandeling en de afdeling gestrengeld. Er zijn geen aanwijzingen voor het bestaan van een systematisch verschil tussen de beide afdelingen, en na elke ronde zijn de afdelingen geheel gereinigd, waardoor ze stofvrij zijn geworden. Hierdoor kan elke ronde per

afdeling opgevat worden als experimentele eenheid. Gedurende de tweede meetperiode werden de proefbehandelingen in beide afdelingen per ronde gewisseld. Hierdoor zijn systematische verschillen uitgesloten. Ook hier is elke ronde per afdeling opgevat als experimentele eenheid.

Gemiddelde stofconcentratie

De gemiddelde stofconcentraties zijn berekend op basis van de gravimetrische stofmetingen. De benodigde filters zijn voor gebruik, na gebruik en na drogen gewogen. De gewichtstoename van de filters is gecorrigeerd met het gewichtsverlies van de filters in nulmetingen (filters die zijn gedroogd en gewogen zonder in de stallen te zijn gebruikt). Vervolgens zijn uit de gemeten hoeveelheden stof op de filters, de standtijd van de filters en het debiet in de luchtaanzuigslang de stofconcentraties berekend. De gemiddelden per meetperiode en proefbehandeling zijn in tabellen weergegeven. Om inzicht te krijgen in het verloop van de stofconcentratie tijdens de ronde is tevens per dag na opleg over de ronden heen de gemiddelde concentratie van de verschillende stoffracties berekend en uitgezet in een figuur.

Vervolgens is met behulp van de Wilk-Shapiro toets (SAS Institute Inc., 1989) per meetplaats en proefbehandeling getoetst of de gemeten concentraties stof normaal verdeeld waren. Bij onvoldoende normaliteit ($p < 0,9$) is gecontroleerd of de normaliteit van de logwaarden van de concentraties beter was.

Tenslotte zijn de data op basis van de rondagemiddelden getoetst met behulp van variantie-analyse. Per ronde zijn het gemiddelde aantal dagen na opleg, het gemiddelde aantal biggen, de gemiddelde tijdsduur van de monsternamen, het gemiddelde debiet tijdens de metingen en de gemiddelde stofconcentraties berekend. De gemiddelde stof-

¹ Met 'inhaleerbaar stof' worden de stofdeeltjes aangeduid die kleiner zijn dan 10 µm, met 'respirabel stof' deeltjes die kleiner zijn dan 5 µm. De inhaleerbare stofdeeltjes kunnen tijdens een normale inspanning worden ingeademd, de respirabele deeltjes kunnen tot diep in de longen doordringen (zie ook Roelofs en Binnendijk, 2000)

concentraties zijn getoetst (PROC GLM, SAS Institute Inc., 1989) met behulp van model A.

Model A:

$$Y_{ijk} = \mu + \text{Meetp}_i + \text{Ronde}_j + \text{Beh}_k + \text{Dagnr} + \text{Tijd} + \text{Big} + \text{Debiet} + \text{Meetp}_i \times \text{Beh}_k + e_{ijk}$$

waarbij:

Y_{ijk}	= stofconcentratie
μ	= constante
Meetp_i	= meetperiode, met $i = 1$ of 2
Ronde_j	= ronde, met $j = 1, 2, \dots, 8$
Beh_k	= proefbehandeling, met $k =$ afgedekte voerbakken of open voerbakken
Dagnr	= gemiddeld aantal dagen na opleg
Tijd	= gemiddeld aantal minuten dat de monsternamen hebben geduurd
Big	= gemiddeld aantal biggen in de afdeling
Debiet	= gemiddeld gerealiseerde debiet van de monsternamen
$\text{Meetp}_i \times \text{Beh}_k$	= interactie tussen meetperiode en proefbehandeling
e_{ijk}	= restterm

De meetperiode en de interactie tussen meetperiode en behandeling zijn opgenomen om te kunnen vaststellen of de meetperiode (en daarmee het ventilatiesysteem) invloed heeft gehad op het behandelings-effect. Tijdens die analyse is de ronde uit het model weggelaten. Wanneer er geen interactie werd aangetoond zou de vervolganalyse worden uitgevoerd over beide meetperiodes ineens en als er wel een interactie werd aangetoond over beide meetperiodes afzonderlijk.

Er is geen interactie aangetoond tussen meetperiode en proefbehandeling. Daarom zijn tijdens de vervolganalyse de meetperiode en de interactie tussen meetperiode en proefbehandeling uit het model weggelaten en is de ronde opgenomen.

On-line metingen

De resultaten van de on-line metingen zijn verwerkt door over de tijd dat er is gemeten per proefbehandeling en per interval van vijf

minuten (het interval waarmee gemiddelde data zijn opgeslagen in de datalogger) de gemiddelde uitleeswaarde van het meetinstrument te berekenen. Op deze manier is de gemiddelde variatie van de uitleeswaarden (verhoudingsgetallen) over het etmaal bepaald. Het gemiddelde van alle 288 intervallen in een etmaal is gelijk gesteld aan het met behulp van variantie-analyse berekende gemiddelde van de gravimetrische metingen. Tenslotte is de variatie tussen de verhoudingsgetallen lineair omgerekend naar stofconcentraties, en tegen de tijd uitgezet in een grafiek.

Vervolgens is bepaald gedurende hoeveel intervallen van vijf minuten de stofconcentratie hoger was dan de grenswaarde volgens Donham en Cumro (1999). Zij definieerden voor mensen een grenswaarde van $2,4 \text{ mg/m}^3$ stof. Of het aantal intervallen waarin de grenswaarde werd overschreden (als fractie van de 288 intervallen in een etmaal) tussen de proefbehandelingen verschilde, is getoetst met behulp van de chi-kwadraattoets.

De meetresultaten van de Grimm stofmeter zijn in een grafiek uitgezet.

Technische resultaten en uitval van de biggen

Op basis van de opleg- en einddata en de gewichten van de biggen is de groeisnelheid gedurende de opfokperiode berekend. Op basis van de verstrekte hoeveelheden voer zijn op afdelingsniveau de voeropname per dier per dag en de voederconversie berekend. Deze technische resultaten zijn geanalyseerd met de ronde binnen een afdeling als experimentele eenheid. De analyses zijn uitgevoerd met behulp van variantie-analyse, aan de hand van model B.

Model B:

$$Y_{ijk} = \mu + \text{Meetp}_i + G_{\text{opleg}} + \text{Ronde}_j + \text{Behand}_j + \text{Meetp}_i \times \text{Beh}_k + e_{ijk}$$

waarbij:

Y_{ijk}	= groei, voeropname of voederconversie
μ	= constante
Meetp_i	= meetperiode, met $i = 1$ of 2
G_{opleg}	= gemiddeld opleggewicht

Ronde_i = ronde, met $i = 1, 2, \dots, 8$
Beh_j = proefbehandeling, met $j =$
afgedekte voerbakken of
open voerbakken
Meetp_i x Beh_k = interactie tussen meetperio-
de en proefbehandeling
 e_{ijk} = restterm

Evenals in model A zijn de meetperiode en de interactie tussen meetperiode en behandeling alleen in eerste instantie in model B

opgenomen om vast te stellen of de meetperiode (en daarmee het ventilatiesysteem) invloed heeft gehad op het behandelingseffect.

Het totale aantal uitgevallen biggen en het aantal uitgevallen biggen per uitvalsreden zijn als fractie van het totale aantal opgelegde biggen getoetst met de chi-kwadraattoets.

3 RESULTATEN

3.1 Stofconcentraties

In tabel 2 zijn per meetplaats de aantallen waarnemingen, de rekenkundig gemiddelden, de standaarddeviaties en de ranges weergegeven van de gravimetrische stofmetingen tijdens de eerste meetperiode. In tabel 3 staan de resultaten van de gravimetrische stofmetingen tijdens de tweede meetperiode.

Het gemiddelde verloop van de stofconcentraties binnen de opfokperiode is weergegeven in figuur 1.

Volgens de Wilk-Shapiro toets (SAS Institute Inc., 1989) waren de gravimetrisch bepaal-

de stofconcentraties redelijk normaal verdeeld ($p > 0,8$) en had logtransformatie een ongunstige invloed op de normaliteit. Daarom zijn de stofconcentraties getoetst op basis van de reële waarden. De resultaten staan in tabel 4.

Er is geen invloed aangetoond van het afdekken van de voerbakken op de concentratie inhaleerbaar stof boven de werkgang of boven de hokken. Er is een tendens waargenomen naar een hogere concentratie respirabel stof boven de werkgang in de afdelingen met afgedekte voerbakken.

Verloop stofconcentraties tijdens het etmaal
Tijdens de eerste meetperiode is het verloop

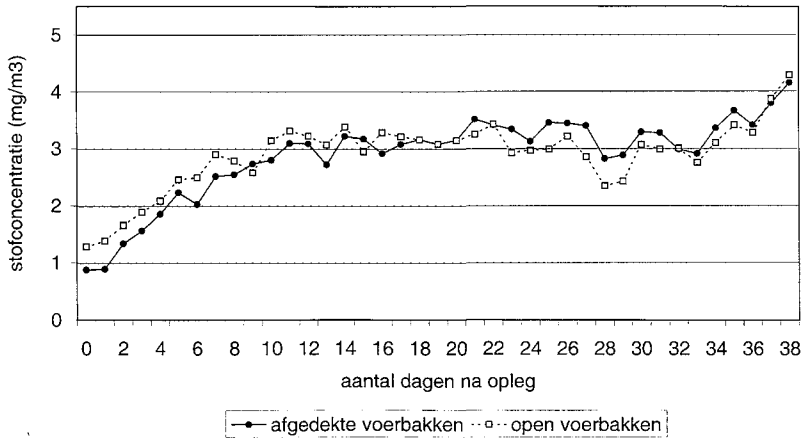
Tabel 2: Daggemiddelde stofconcentraties (mg/m³) tijdens de eerste meetperiode

	aantal metingen	rekenkundig gemiddelde	rekenkundige sd	range
<i>inhaleerbaar stof boven de werkgang</i>				
afgedekte voerbakken	149	2,49	0,91	-0,38 – 5,18
open voerbakken	152	2,76	1,28	0,50 – 6,68
<i>respirabel stof boven de werkgang</i>				
afgedekte voerbakken	51	0,44	0,47	-0,32 – 1,87
open voerbakken	53	0,24	0,28	-0,15 – 1,69
<i>inhaleerbaar stof boven de hokken</i>				
afgedekte voerbakken	150	3,19	1,05	0,00 – 6,05
open voerbakken	152	3,46	1,43	0,48 – 7,39

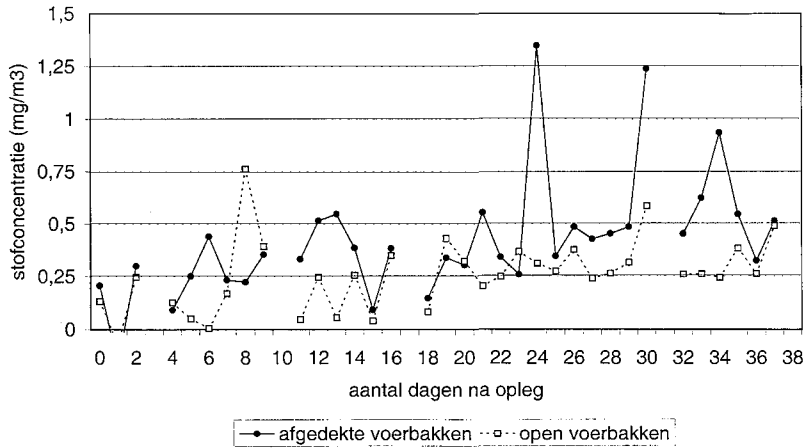
Tabel 3: Daggemiddelde stofconcentraties (mg/m³) tijdens de tweede meetperiode

	aantal metingen	rekenkundig gemiddelde	rekenkundige sd	range
<i>inhaleerbaar stof boven de werkgang</i>				
afgedekte voerbakken	123	3,33	1,43	0,26 – 6,31
open voerbakken	124	2,99	1,23	0,18 – 6,28
<i>respirabel stof boven de werkgang</i>				
afgedekte voerbakken	52	0,37	0,36	-0,31 – 1,39
open voerbakken	54	0,28	0,24	-0,52 – 0,75
<i>inhaleerbaar stof boven de hokken</i>				
afgedekte voerbakken	125	3,97	1,58	0,58 – 7,56
open voerbakken	125	3,54	1,32	0,62 – 7,05

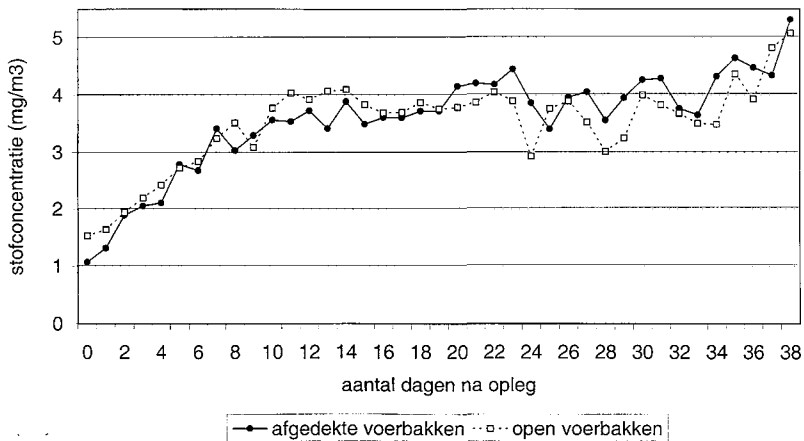
inhaleerbaar stof boven de werkgang



respirabel stof boven de werkgang



inhaleerbaar stof boven de hokken



Figuur 1: Het verloop van de etmaalgemiddelde stofconcentraties gedurende de opfokperiode

van de stofconcentratie gedurende 33 dagen gemeten in de afdeling met afgedekte voerbakken en gedurende 19 dagen in de afdeling met open voerbakken. Tijdens de tweede meetperiode zijn er meetresultaten over 15 respectievelijk 7 dagen. Het gemiddelde verloop van de concentraties inhaleerbaar stof gedurende het etmaal bij het al dan niet afdekken van de voerbakken is weergegeven in figuur 2.

Het verloop van de stofconcentratie in afdelingen met afgedekte voerbakken wijkt niet sterk af van dat in afdelingen met open voerbakken. Bij afgedekte voerbakken is de stofconcentratie 63% van de tijd hoger dan de

door Donham en Cumro (1999) gedefinieerde grenswaarde van 2,4 mg/m³. Bij open voerbakken is dat 67% van de tijd zo. De afname van 67% naar 63% is niet significant.

Stofconcentratie rond het voeren

De concentratie inhaleerbaar stof van kort voor het voeren tot negen minuten na het voeren bij beide proefbehandelingen is weergegeven in figuur 3.

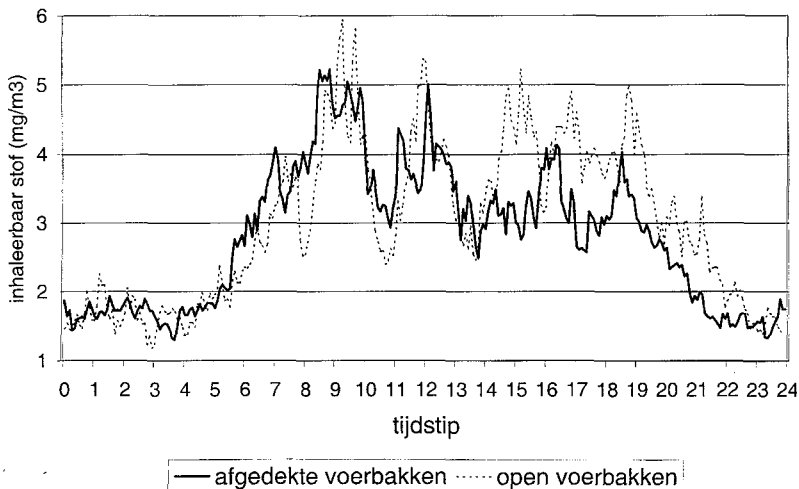
Figuur 3 illustreert eveneens dat het afdekken van de voerbakken geen of weinig invloed heeft op de stofconcentratie boven de werkgang. De gemeten stofconcentratie

Tabel 4: Gemiddelde stofconcentraties (mg/m³) bij wel en niet afgedekte droogvoerbakken

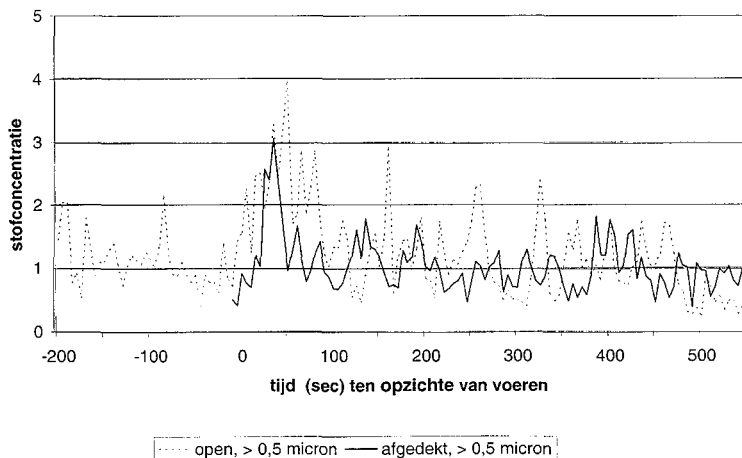
	aantal rondes	afgedekte voerbakken	open voerbakken	SEM ¹	significantie ²
inhaleerbaar stof boven de werkgang	8	2,81	3,00	0,18	n.s.
respirabel stof boven de werkgang	8	0,44	0,24	0,05	#
inhaleerbaar stof boven de hokken	8	3,57	3,52	0,28	n.s.

¹ SEM: gepoolde standard error van het gemiddelde

² significantie: n.s. = niet significant ($p > 0,1$); # = $0,05 < p < 0,1$



Figuur 2: Verloop van de concentratie inhaleerbaar stof in stallucht boven de werkgang gedurende het etmaal



Figuur 3: Verloop van de concentratie inhaleerbaar stof (mg/m³) rond het voeren

is vrij laag doordat de biggen pas een week gespeend waren. Later in de opfokperiode zijn de concentraties hoger (figuur 1).

3.2 Technische resultaten

De technische resultaten van de biggen zijn berekend over acht ronden, en weergegeven in tabel 5. Er is geen significante invloed van het afdekken van de voerbakken aange- toond op de groeisnelheid, voeropname en voederconversie.

Uitval

De cijfers met betrekking tot de uitval van

biggen zijn weergegeven in tabel 6. Er is geen invloed aangetoond van het afdekken van de voerbakken op het aantal uitgevallen dieren.

3.3 Gebruikservaringen

Bij afgedekte voorraadbakken moet controle van de voervoorraad mogelijk blijven om inzicht te behouden op de voeropname en zonodig de te verstrekken voergif bij te kun- nen stellen. Hiervoor is het nodig in de bak- ken te kunnen kijken. Om dit mogelijk te maken zijn diverse methoden uitgeprobeerd (bijlage 1).

Tabel 5: Technische resultaten van de biggen

	afgedekte voerbakken	open voerbakken	SEM ¹	significantie ²
aantal ronden	8	8		
gemiddeld opleggewicht (kg)	8,2	7,9		
gemiddelde oplegleeftijd (dagen)	29	29		
lengte opfokperiode (dagen)	38	38		
groei (gram per dag)	408	397	7	n.s.
voeropname (kg per dag)	0,63	0,62	0,01	n.s.
voederconversie (kg voer/kg groei)	1,54	1,56	0,02	n.s.
voederconversie (EW/kg groei)	1,67	1,69	0,02	n.s.

¹ SEM: gepoolde standard error van het gemiddelde

² significantie: n.s. = niet significant ($p > 0,1$)

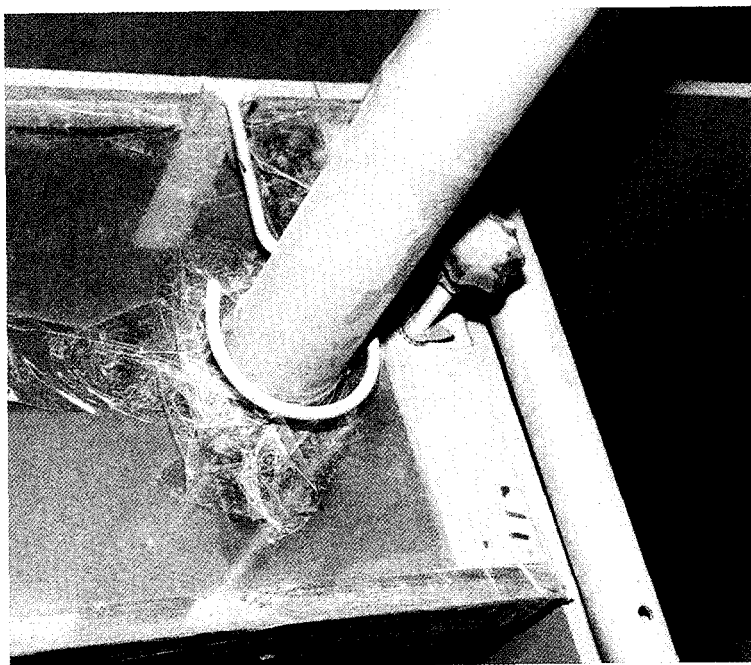
Afdekken met plexiglas voldeed het beste, maar als gevolg van lichtreflecties, het kijken vanuit een lichte afdeling in een donkerdere voorraadbak en het snel vuil worden van het plexiglas, was ook hierbij de controle van de voeropname moeilijker (zie foto). Het bleek noodzakelijk regelmatig de plexiglazen deksels met een handveger schoon te maken.

Daarnaast veroorzaakte het afdekken van de voerbakken overlast bij het reinigen van de afdeling na afloop van de ronde. Om de bakken goed te kunnen reinigen moesten de deksels worden verwijderd. Dit kostte extra tijd en was, onder andere door het stof, on-aangenaam werk.

Tabel 6: Uitval en uitvalsredenen van de biggen

	afgedekte voerbakken	open voerbakken	significantie ¹
aantal opgelegde dieren	498	498	
percentage uitgevallen dieren	2,6	1,4	
aantal uitgevallen dieren	13	7	n.s.
uitvalsredenen:			
- maagdarmaandoeningen	3	0	-
- achterblijven	5	1	-
- diversen	5	6	n.s.

¹ significantie: n.s.= niet significant ($p > 0,1$); - = incidentie is te laag om te toetsen



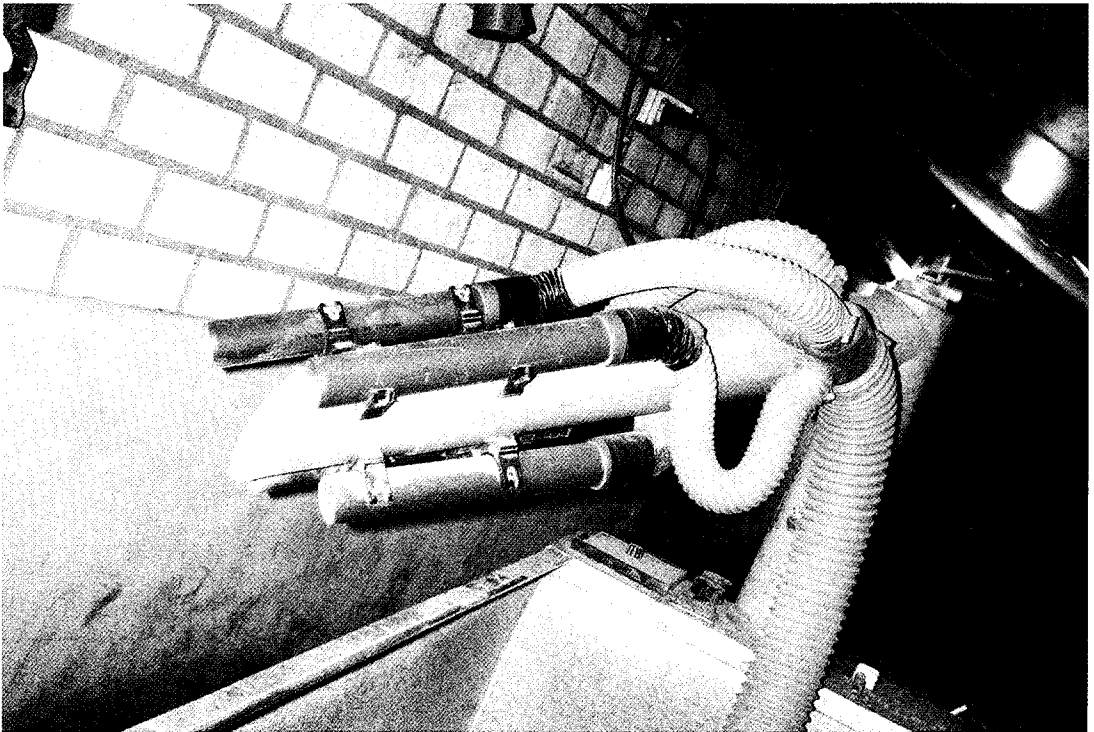
Het deksel op de brijbakken maakt controle op de voervoorraad moeilijker

4 DISCUSSIE

Het doel van het onderzoek was het verlagen van de stofconcentratie in varkensstallen, ter verbetering van de arbeidsomstandigheden van varkenshouders en hun medewerkers. Uit het onderzoek is niet gebleken dat het afdekken van de voorraadbakken van voerbakken invloed had op de gemiddelde concentraties inhaleerbaar en respirabel stof boven de werkgang, noch op de gemiddelde concentratie inhaleerbaar stof boven de ligruimten van de biggen. Er is geen verklaring voor de tendens naar een hogere concentratie respirabel stof bij afgedekte voerbakken. Mogelijk hebben niet geregistreerde factoren als de kwaliteit van het voer of het voorkomen van een huidaan-doening of parasieten bij de biggen een rol gespeeld. De tendens wordt veroorzaakt door twee rondes, een in augustus-september 1994 en een in mei-juni 1999. Tijdens

deze twee rondes waren ook de concentraties inhaleerbaar stof boven de werkgang en boven de hokken hoger in de afdeling met afgedekte voerbakken dan in de afdeling met open voerbakken, maar die verschillen waren relatief kleiner en hebben daardoor minder invloed op de gemiddelden.

Op basis van onderzoeksresultaten van Van de Sande-Schellekens en Backus (1993) was een geringe afname van de stofconcentratie verwacht. Ook zij wilden voorkomen dat stofdeeltjes die ontstaan door het vullen van de voerbakken in de stallucht terecht kwamen. Van de Sande-Schellekens en Backus (1993) hebben echter niet de voerbakken afgedicht, maar hebben met een stofzuiger het stof afgezogen dat vrijkwam tijdens het voeren met een voedoseerwagen (zie foto). In een vleesvarkensstal hebben ze een klei-



Stofzuiger op voedoseerwagen om stof tijdens voeren weg te vangen

ne afname van de concentratie inhaleerbaar stof boven de voergang gemeten (-4,8%). De afname was niet significant, maar kwam vrij goed overeen met de afname die ze hebben berekend op basis van het gewicht van het stof dat was verzameld in de stofzuiger.

Ook het verloop van de stofconcentratie gedurende de dag is niet noemenswaardig beïnvloed door het afdekken van de voerbakken. De verwachting was dat pieken in de stofconcentratie, veroorzaakt door het voeren, zouden zijn afgezwakt. Tijdens het onderzoek werd er gevoerd rond 12.00 uur en rond 17.00 uur. Rond 7.30 uur en 15.00 uur werd de dagelijkse controle in de afdeling uitgevoerd. Uit de on-line metingen blijkt dat de pieken tijdens de voertijden enigszins zijn afgevlakt, en dat hetzelfde geldt voor de pieken tijdens de controleronden. Een mogelijke verklaring voor dit laatste is dat er bij de afgedekte voerbakken minder 'voer-stof' is gesedimenteerd, en dat er daardoor minder van kan opwervelen als de varkens in beweging komen.

Dat er geen duidelijk effect van het afdekken van de voerbakken op de stofconcentratie is gemeten kan zijn veroorzaakt doordat het effect niet bestaat of doordat het met de gebruikte stationaire meetopstelling niet goed gemeten kon worden. Aangezien er vrij dicht bij de voerbakken is gemeten is het echter onwaarschijnlijk dat een behandelingseffect niet zou zijn aangetoond. Daarom kan worden geconcludeerd dat het afdekken van

voerbakken de gemiddelde stofconcentratie niet wezenlijk beïnvloedt.

Aangezien er geen effect van het afdekken van de voerbakken op de stofconcentraties is aangetoond werden er geen behandelingseffecten op de technische resultaten en de uitval van de biggen verwacht. De onderzoeksresultaten geven ook geen aanwijzingen voor dergelijke effecten.

4.1 Betekenis voor de praktijk

Het onderzoek heeft geen gunstige effecten van het afdekken van voerbakken aangetoond. Zowel bij afgedekte als bij open voerbakken was de stofconcentratie vrijwel de gehele werkdag hoger dan de grenswaarde van 2,4 mg/m³ die door Donham en Cumro (1999) is vastgesteld. Volgens Roelofs en Binnendijk (2000) is deze grenswaarde voor de Nederlandse situatie nog te hoog, doordat veel varkenshouders vrijwel de gehele dag in de stallen werken en de grenswaarde van Donham en Cumro (1999) is gebaseerd op epidemiologisch onderzoek bij mensen die minimaal twee uur per dag in varkensstallen werkten. Daarom moet worden vastgesteld dat de in dit onderzoek gemeten stofconcentraties gedurende de werkdag zeker te hoog waren. Het afgedekt zijn van de vulopening wordt als hinderlijk ervaren bij de dagelijkse controle op de voervoorraad in de bak en bij het reinigen na elke ronde.

5 CONCLUSIES

Er is geen invloed aangetoond van het afdekken van de voorraadbakken van voerbakken op de gemiddelde concentratie inhaleerbaar stof boven de werkgang en boven de hokken, noch op de gemiddelde concentratie respirabel stof boven de werkgang.

Omdat het bij afgedekte voerbakken moeilijker is om de voervoorraad in de bakken te controleren, het reinigen van de afdeling enigszins wordt vertraagd en er geen gunstige effecten zijn aangetoond op de arbeidsomstandigheden of de technische resultaten van de dieren wordt het afdekken van de voorraadbakken afgeraden.

LITERATUUR

- Aarnink, A.J.A., P.F.M.M. Roelofs, H. Ellen en H. Gunnink 1999. *Dust sources in animal houses*. In: Congress proceedings 'International symposium on dust control in animal production facilities'. May 30th - June 2nd, Århus, Denmark, p. 34-41.
- Attwood, P., R. Brouwer, P. Ruigewaard, P. Versloot, R. de Wit, D. Heederik en J.S.M. Boleij 1987. *A study of the relationship between airborne contaminants and environmental factors in Dutch swine confinement buildings*. In: Am. ind. Hyg. Assoc. J. (48), p. 745-751.
- Bækbo, P. en J. Wolstrup 1989. *Aerosol sampling in pig fattening units*. In: Agriculture, aerosol sampling in animal houses, proceedings of a workshop held at the University of Bristol, July 26-28, 1988, p. 27-37.
- Cargill, C., S. Skirrow, N. Masterman en T. Banhazi 1995. *Effects of pelleting feed on aerosols in pig sheds*. In: Manipulating pig production V; proceedings of the fifth biennial meeting of the australasian pig science association, December 7-10, Canberra, Australia, p.224.
- Curtis, S.E., J.G. Drummond, D.J. Grunloh, L.P. Drendan en A.H. Jensen 1975. *Relative and quantitative aspects of aerial bacteria and dust in swine houses*. In: Journal of animal science (41), p. 1512-1520.
- Donham, K.J. en D. Cumro 1999. *Setting maximum dust exposure levels for people and animals in livestock facilities*. In: Congress proceedings of the international symposium on dust control in animal production facilities; May 30th - June 2nd, Århus, Denmark p. 93-110.
- Klooster, C.E. van 't, P.F.M.M. Roelofs, G.P. Binnendijk en M.J.M. Duijf 1991. *Verlagen van het stofgehalte van de lucht in varkensstallen; resultaten anno 1991*. Proefstation voor de Varkenshouderij, Rosmalen, Proefverslag P1.70.
- Mankell, K.O., K.A. Janni, R.D. Walker, M.E. Wilson, J.E. Pettigrew, L.D. Jacobson en W.F. Wilke 1995. *Dust suppression in swine feed using soybean oil*. In: Journal of animal science (73) p. 981-985.
- Pedersen, O.G. en B. Mortensen 1989. *Status verdrørende undersøgelser og information om arbejdsmiljø i svinestalde*. Danske Slakterier, København, Denmark.
- Pedersen, S. 1993. *Time based variation in airborne dust in respect to animal activity*. In: Livestock Environment IV; proceedings of the fourth international symposium, 6-9 July, Coventry, England, p. 718-725.
- Preller, L. 1995. *Respiratory health effects in pig farmers; assessment of exposure and epidemiological studies of risk factors*. Thesis. Landbouwniversiteit Wageningen.
- Robertson, J.F. 1992. *Dust and ammonia in pig buildings*. In: Farm building progress (110), p. 19-24.
- Robertson, J.F. 1994. *Ammonia, dust and air quality: quantifying the problem*. In: The pig journal (33), p. 113-125.
- Roelofs, P.F.M.M. en J.H.A.N. Adams 1997. *Arbeidsbehoefte en arbeidsomstandigheden*. In: Backus et al., Vergelijking van vier bedrijfssystemen in de vermeerdering. Praktijkonderzoek Varkenshouderij, Rosmalen, Proefverslag P1.171.
- Roelofs, P.F.M.M. en G.P. Binnendijk 2000. *Gezondheidseffecten van stof in varkensstallen en de invloed van een aangepast ventilatiesysteem op de stofconcentratie*. Praktijkonderzoek Varkenshouderij, Rosmalen, P1.242.
- Sande-Schellekens, A.L.P. van de en G.B.C. Backus 1993. *Ervaringen met biowassers in vleesvarkensbedrijven in PROPRO*. Praktijkonderzoek Varkenshouderij, Rosmalen, Proefverslag P1.93.

SAS Institute Inc. 1989. *SAS/STAT User's Guide*, Version 6, Fourth Edition. Cary, NC, USA.

Zeitler, M.H., M. Köning en W. Groth 1987. *Der Einfluß von Futterform (mehlförmig, pelletiert, flüssig) und Jahreszeit auf die Konzentration und Korngrößenverteilung luftgetragener Staubpartikel in Mastschweinställen*. In: Dtsch. Tierärztl. Wschr. (94), p. 381-440.

Zeitler-Feicht, M.H., G.J. Praml en H. Riedel 1991. *Die zeitliche Variation der Feinstaubbelastung der Luft im Mastschweinestall; Tierhygienische und arbeitsmedizinische Aspekte*. In: Berl. Münch. Tierärztl. Wschr. (104), p. 84-89.

BIJLAGEN

Bijlage 1: Het afdekken van de voerbakken

Als de voorraadbakken van de voerbakken zijn afgedekt om het vrijkomen van stofdeeltjes te beperken moet het toch mogelijk blijven om te controleren hoeveel voer er nog in zit. Hiervoor zijn meerdere methoden gebruikt. Indien deksels niet precies pasten zijn eventuele kieren met tape dichtgeplakt om te voorkomen dat de onderzoeksresultaten beïnvloed zouden worden.

Tijdens de eerste meetperiode zijn goed passende deksels uit triplex gemaakt, met een scharnierend deel dat geopend kon worden (foto). Hierbij bleek het belangrijk te zijn dat het deksel, met uitzondering van het scharnierende deel, niet over de voerbak uitstak omdat anders de biggen ermee gingen spelen. Hierbij werd het deksel verschoven, waardoor dit niet meer goed afsloot. De ervaringen hiermee waren niet gunstig. Het optillen van het scharnierende deel is vrij onpraktisch en bovendien was het moeilijk om in de donkere voorraadbunker te zien hoeveel voer er nog in stond.

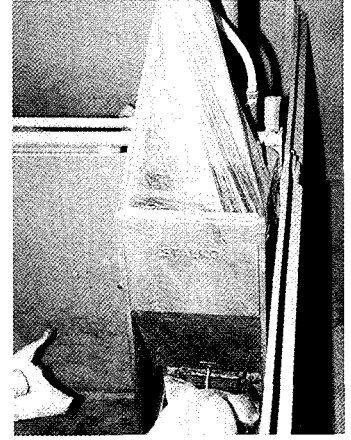
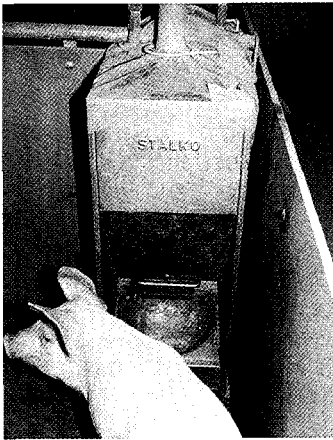
Daarom zijn voorafgaand aan de tweede meetperiode de toen gebruikte brijbakken afgedekt met plastic folie, die met tape aan de bakken en rondom de valpijp van de voerinstallatie



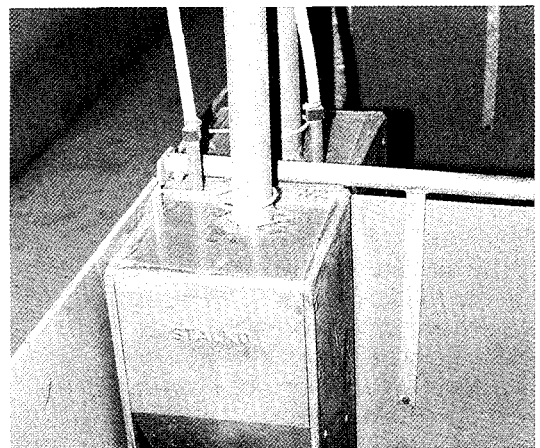
Droogvoerbak afgedekt met een gedeeltelijk scharnierend triplex deksel

werd bevestigd (foto, links). Het folie werd snel te vuil om doorheen te kunnen kijken. Daarom is er bij enkele bakken een scharnierend deksel aan bevestigd (foto, midden) en is bij andere bakken het folie op een andere manier bevestigd opdat het stof zich niet op het folie zou ophopen (foto, rechts). Ook deze oplossingen voldeden niet. Het optillen van het scharnierende deksel was opnieuw bezwaarlijk. Het schuin aflopende folie werd toch te vuil, en bovendien reflecteerde het folie zoveel licht dat het opnieuw moeilijk was om het voerniveau te kunnen zien.

Uiteindelijk is besloten om tijdens de tweede meetperiode plexiglazen deksels te maken, die zo goed mogelijk op maat werden gemaakt en werden vastgezet met tape. Hierbij werden meteen kieren dichtgeplakt (foto). Ook dit is geen praktische oplossing, want binnen enkele dagen hoopt zich zoveel stof op dat het moeilijk wordt om door het deksel heen te kijken. Voor de duur van het onderzoek werd deze methode echter acceptabel geacht, waarbij het nodig bleek de deksels regelmatig schoon te vegen.



Drie testopstellingen om de controle van de voeropname bij afgedekte voerbakken te vereenvoudigen



Brijbak afgedekt met een plexiglazen deksel

REEDS EERDER VERSCHENEN PROEFVERSLAGEN

Proefverslag P 1.241

Het praktisch en technisch functioneren van mestpanventilatie in kraamafdelingen. A.V. van Wagenberg, Roosenboom, J.H.C., Hoofs, A.I.J., Smolders, M.A.H.H. en Roelofs, P.F.M.M., mei 2000.

Proefverslag P 1.242

Gezondheidseffecten van stof in varkensstallen en de invloed van een aangepast ventilatiesysteem op de stofconcentratie. P.F.M.M. Roelofs en Binnendijk, G.P., juni 2000.

Proefverslag P 1.243

Effect van eiwitbron in speenvoer op de technische resultaten en gezondheid van biggen. C.M.C. van der Peet-Schwering en Binnendijk, G.P., juni 2000.

Proefverslag P 1.244

Het gebruik van een tarwespecifiek enzym in tarwerijke biggenvoeders. M.M. van Krimpen, Scholten, R.H.J. en Binnendijk, G.P., juni 2000.

Proefverslag P 1.245

Het toevoegen van persulp aan droogvoer voor vleesvarkens. E.M.A.M. Bruininx, Scholten, R.H.J., Binnendijk, G.P., Roelofs, P.F.M.M., Verdoes, N. en Haaksma, J., augustus 2000.

Proefverslag P 1.246

De invloed van melkzuur op de technische en financiële resultaten en gezondheid van gespeende biggen. M.A.H.H. Smolders, Krimpen, M.M. van, Scholten, R.H.J. en Loo, D.J.P.H. van de, augustus 2000.

Proefverslag P 1.247

INTEGER. Een bedrijfscertificaat met geïntegreerd toezicht voor wet- en regelgeving en minimale markteisen. P.C. Vesseur, Hoff, H.M., Bokma-Bakker, M.H., Mul, M.F., Vleuten, C.W.J.M. van der, Kramer, F.B. en Verhagen, J.M.F., september 2000.

Proefverslag P 1.248

Het praktisch en technisch functioneren van grondkanaalventilatie in afdelingen voor guste en drachtige zeugen. A.V. van Wagenberg, Roosenboom, J.H.C., Hoofs, A.I.J., Smolders, M.A.H.H. en Roelofs, P.F.M.M., september 2000.

Proefverslag P 1.249

De gevolgen van een verlengde gustomperiode of een verkorte zoogperiode op de reproductieresultaten van zeugen. G.P. Binnendijk, Hoofs, A.I.J. en Peet-Schwering C.M.C. van der, oktober 2000.

Proefverslag P 1.250

Het gebruik van neusringen en mogelijke alternatieven om beschadigend wroetgedrag bij zeugen met weidegang te voorkomen. M.F. Mul en Spoolder, H.A.M., november 2000.

Proefverslag P 1.251

Aanwijzingen voor oorzaken voor de toename van het aandeel afgekeurde levers bij vleesvarkens. J.H. Huiskes en Zonderland, J.J., december 2000.

Proefverslag P 1.252

Gebruikswaarde van I&R-oormerktransponders en randapparatuur. J.H. Huiskes, Binnendijk, G.P. en Diepstraten, H.J.A., december 2000.

Exemplaren van proefverslagen kunnen worden verkregen door f 25,- per verslag (m.u.v. P 1.117, deze kost f 50,-) over te maken op Postbanknummer 51.73.462 ten name van het Proefstation voor de Varkenshouderij, Lunerkampweg 7, 5245 NB ROSMALEN, onder vermelding van het gewenste verslagnummer. Buitenlandse abonnees betalen f 30,- per P 1-verslag (dit is inclusief verzendkosten) én f 15,- administratiekosten per bestelling (m.u.v. P 1.117, deze kost f 75,-). Ook bestaat de mogelijkheid een abonnement te nemen op de proefverslagen voor f 300,- per jaar. Buitenlandse abonnees betalen f 375,- per jaar.



