

## De invloed van de hokbezettingsdichtheid bij vleesvarkens op productie, gezondheid en welzijn

<sup>1</sup>J. Dewulf, <sup>2</sup>F. Tuytens, <sup>3</sup>L. Lauwers, <sup>4</sup>G. Van Huylbroeck, <sup>1</sup>D. Maes

<sup>1</sup> Vakgroep Voortplanting, Verloskunde en Bedrijfsdiergeneeskunde, Faculteit Diergeneeskunde, Universiteit Gent, Salisburylaan 133, 9820 Merelbeke, België

<sup>2</sup> Eenheid Dier – Veehouderij en Dierenwelzijn, Instituut voor Landbouw- en Visserijonderzoek, Scheldeweg 68, 9090 Melle, België

<sup>3</sup> Eenheid Landbouw en Maatschappij, Instituut voor Landbouw- en Visserijonderzoek, Burg. Van Gansberghelaan 109, 9820 Merelbeke, België

<sup>4</sup> Vakgroep Landbouweconomie, Faculteit Bio-ingenieurswetenschappen, Universiteit Gent, Coupure links 653, 9000 Gent, België

jeroen.dewulf@ugent.be

### SAMENVATTING

Varkens hebben ruimte nodig om te kunnen eten, drinken, bewegen, rusten, exploreren en interageren met soortgenoten. De hokbezettingsdichtheid in varkensstallen bepaalt de beschikbare hoeveelheid ruimte om deze activiteiten uit te voeren. Veranderingen in de beschikbare hoeveelheid ruimte kunnen een effect hebben op productieparameters, zoals dagelijkse groei en voederconversie. De hokbezetting zal tevens het stalklimaat en de heersende infectiedruk van allerhande pathogenen beïnvloeden en zodoende dus ook een belangrijke invloed hebben op de gezondheidsstatus van de dieren. Als de beschikbare ruimte niet in overeenstemming is met de behoeften van de dieren, kunnen bepaalde activiteiten onderdrukt of vervangen worden of uitgevoerd worden op plaatsen die niet geschikt zijn voor deze activiteiten. Dit leidt tot stress en een verminderd welzijn. Bijgevolg heeft de hokbezetting dus ook een belangrijke invloed op het dierenwelzijn.

In dit artikel wordt een overzicht gegeven van de literatuur met betrekking tot het effect van de hokbezetting in vleesvarkensstallen op de productie, de gezondheid en het welzijn van de dieren. Tevens wordt nagegaan in welke mate de huidige wettelijke minimale normen in overeenstemming zijn met de recente wetenschappelijke inzichten met betrekking tot de bezettingsdichtheid bij vleesvarkens. Tenslotte wordt aangeduid waar er nood is aan bijkomend onderzoek met betrekking tot deze problematiek.

### INLEIDING

In de moderne landbouw wordt meer en meer gestreefd naar een duurzame veehouderij. Hierbij is het belangrijk om naast een gewaarborgde productiviteit met het oog op een rendabele bedrijfsvoering ook rekening te houden met toenemende maatschappelijke verzuchtingen inzake milieu en dierenwelzijn. In de varkenshouderij beschikt de veehouder over een aantal managementopties die zowel de productiviteit als de gezondheid en het welzijn van de dieren kunnen beïnvloeden. Eén van de belangrijkste hiervan is de keuze van bezettingsdichtheid in de vleesvarkensstallen.

Van hokbezettingsdichtheid is geweten dat er een invloed bestaat op de productiviteit van de dieren en al dan niet rechtstreeks ook op de gezondheid en het

welzijn van de dieren. Uiteraard heeft de hokbezetting ook een belangrijke impact op de relatieve kost van de huisvesting per dier en tevens ook op de milieukost. Het veranderen van de hokbezetting en het zoeken naar een optimale bezettingsdichtheid zijn dan ook een complexe oefening waarbij met heel wat factoren, die mekaar al dan niet tegenwerken, rekening moet gehouden worden. De huidige wettelijke normen voor bezettingsdichtheid in vleesvarkensstallen zijn gebaseerd op onderzoek dat werd uitgevoerd in het begin van de jaren '80 waarbij het effect werd geëvalueerd in functie van voornamelijk de technische resultaten, en waarbij in mindere mate rekening werd gehouden met gezondheid en dierenwelzijn.

In de laatste 25 jaar zijn er evenwel heel wat belangrijke evoluties geweest in de varkenshouderij. Zo worden de vleesvarkens als gevolg van een gewijzig-

de marktsituatie aan steeds hogere eindgewichten afgeleverd. Ook de genetica van de huidige vleesvarkens is sterk geëvolueerd. Het is dan ook zeer de vraag of de geldende normen nog adequaat zijn in de moderne varkenshouderij, waar naast de economische doelstellingen tevens rekening moet gehouden worden met het dierenwelzijn en de maatschappelijke wensen.

Het doel van dit artikel is om enerzijds een overzicht te geven van de resultaten van het wetenschappelijk onderzoek dat aan de basis ligt van de huidige normen met betrekking tot de hokbezettingsdichtheid op vleesvarkensbedrijven en anderzijds om een overzicht te geven van de impact van de hokbezetting op de gezondheid en het welzijn van de dieren en de productiviteit van het bedrijf. Hierbij zal telkens aangegeven worden in welke mate de wettelijke normen in overeenstemming zijn met de beschikbare wetenschappelijke resultaten.

#### HOKBEZETTINGSDICHTHEID: WETTELIJKE BEPALINGEN

De noodzakelijke hoeveelheid plaats voor een varken wordt in eerste instantie bepaald door de ruimte die het dier inneemt door zijn fysische vorm en afmetingen. Bijkomend is er plaats nodig opdat de dieren zouden kunnen eten, drinken, defeceren, urineren, rusten en interageren met soortgenoten (EFSA, 2005).

In het KB van 15 mei 2003 betreffende de bescherming van varkens in de varkenshouderij worden de wettelijke minimale normen vooropgesteld waaraan de hokbezettingsdichtheid moet voldoen in België (Tabel 1). Deze Belgische regelgeving is gebaseerd op de Europese wetgeving die dateert van 1991 (91/630/EEG). In 2001 werd binnen de EU-richtlijn 91/630/EEG geamendeerd door richtlijn 2001/88/EC waarbij wordt gesteld dat de Europese Commissie passende maatregelen moet uitwerken in verband met het effect van verschillende bezettingsdichtheden en vloertypes op het welzijn van biggen en vleesvarkens. In functie hiervan werd recentelijk een lijvig rapport opgesteld door het wetenschappelijke panel (diergezondheid en dierenwelzijn) van het Europese Voedselveiligheidsagentschap (EFSA) waarbij het effect van bezettingsdichtheid en vloertype op de gezondheid en het welzijn van biggen en vleesvarkens wordt besproken (EFSA, 2005). Tot op heden heeft dit rapport nog niet geresulteerd in een vernieuwde wetgeving.

Aangezien de wettelijke normen tot op vandaag nog steeds gebaseerd zijn op een Europese richtlijn van 1991, dateert alle wetenschappelijke informatie waarop de wet deels gebaseerd is van vóór 1991. Uiteraard hebben naast de resultaten van het wetenschappelijk onderzoek ook aanbevelingen van ondermeer de varkenssector, beroepsverenigingen en dierenwelzijnsorganisaties meegespeeld in de totstandkoming van de regelgeving.

#### KWANTIFICEREN VAN HET VERBAND TUSSEN HET LICHAAMSGEWICHT EN DE NOODZAKELIJKE OPPERVLAKTE

In 1981 hebben Petherick en Baxter een mathematisch model ontwikkeld waarbij het verband tussen het lichaamsgewicht van het varken en de benodigde oppervlakte werd weergegeven. Het verband werd als volgt voorgesteld:

$$A = k * W^{0.667} \quad (1)$$

waarbij A staat voor de benodigde oppervlakte in m<sup>2</sup>, W voor het lichaamsgewicht in kg en waarbij k een bepaalde constante weergeeft. In functie van het beoogde doel en de specifieke omstandigheden van het onderzoek werden er al heel wat verschillende optimale k-waarden voorgesteld (zie verder).

#### EFFECTEN VAN HOKBEZETTINGSDICHTHEID OP DE PRODUCTIEPARAMETERS

Tot op heden is het meeste onderzoek betreffende de vereiste beschikbare oppervlakte voor varkens uitgevoerd vanuit het oogpunt van een maximale productiviteit. Kornegay en Notter (1984) hebben op basis van een literatuuroverzicht de relatie met de productiviteit gekwantificeerd. Voor vleesvarkens met 0,7 m<sup>2</sup> oppervlakte per dier werd gedurende het eindtraject (44-92 kg) voor elke toename van 0,1 m<sup>2</sup> (tot 1 m<sup>2</sup>) een positief effect waargenomen van 2,6% op de dagelijkse groei, 2,3% op de voederopname en 0,4% op de voederconversie. De maximale voorspelde groei per dag lag voor de startfase (26-53 kg) bij een bezetting van 0,92 m<sup>2</sup> per dier en voor de eindfase (44-93 kg) bij 1,04 m<sup>2</sup> per dier.

Gebruikmakend van de formule (1) voorgesteld door Kornegay en Notter (1984) werd op basis van onderzoek naar optimale productieparameters een k-waarde voor volroostervloeren van 0,034 (Baxter, 1984) of 0,030 (Edwards *et al.*, 1988) voorgesteld (Tabel 2). Meer recent Amerikaans onderzoek (Deen, 2005) heeft aangetoond dat de hoogste dagelijkse groei wordt gerealiseerd bij een bezettingsdichtheid die werd berekend aan de hand van een k-waarde van 0,037. In nog andere studies worden optimale k-waarden van 0,039 vooropgesteld (Welllock *et al.*, 2003) (Tabel 2). Deze laatste waarden komen overeen met oppervlaktebehoeften die gemiddeld 25% boven de wettelijke minimale vereisten in de EU liggen. In 2005 werd een expertengroep samengesteld door het EFSA om aanbevelingen te formuleren met betrekking tot de minimale beschikbare ruimte voor vleesvarkens. Deze expertengroep stelde dat de noodzakelijke beschikbare ruimte moet berekend worden gebruik makend van een k-waarde van 0,036 in die omstandigheden waar de omgevingstemperatuur niet boven de 25°C is en van een k = 0,047 voor die situaties waar de omgevingstemperatuur wel boven de 25°C uitkomt (Tabel 2). Dit onderscheid is een gevolg van het feit dat de noodzakelijke oppervlakte stijgt met een toenemende omgevingstemperatuur omdat de dieren bij hogere temperaturen meer plaats nodig hebben om te liggen en contact met el-

**Tabel 1. Wettelijke minimale normen voor de hokbezettingsdichtheid bij varkens (KB 15 mei 2003).**

Gemiddeld diergewicht (kg)	Vereiste oppervlakte (in m <sup>2</sup> ) per dier
≤10 kg	0,15
10 tot 20 kg	0,20
20 tot 30 kg	0,30
30 tot 50 kg	0,40
50 tot 85 kg	0,55
85 tot 110 kg	0,65
≥110kg	1

**Tabel 2. Normen voor de hokbezettingsdichtheid bij vleesvarkens volgens verschillende studies in vergelijking met de wettelijke normen in België.**

Gemiddeld Diergewicht (kg)	Vereiste oppervlakte (in m <sup>2</sup> ) per dier						Wettelijke norm
	k=0,030 <sup>a</sup>	k=0,034	k=0,036	k=0,037	k=0,039	k=0,047	
≤10 kg	0,14	0,16	0,17	0,17	0,18	0,22	0,15
10 tot 20 kg	0,22	0,25	0,27	0,27	0,29	0,35	0,20
20 tot 30 kg	0,29	0,33	0,35	0,36	0,38	0,45	0,30
30 tot 50 kg	0,41	0,46	0,49	0,50	0,53	0,64	0,40
50 tot 85 kg	0,58	0,66	0,70	0,72	0,76	0,61	0,55
85 tot 110 kg	0,69	0,78	0,83	0,85	0,9	1,08	0,65
≥110 kg							1
Studie	Baxter, 1984	Edwards et al., 1988	EFSA 2005 (<25°C) <sup>b</sup>	Deen, 2005	Wellock et al., 2003	EFSA 2005 (<25°C) <sup>c</sup>	KB 15 mei 2003

<sup>a</sup> noodzakelijke oppervlakte in m<sup>2</sup> wordt berekend als  $k * W^{0,667}$  (W is het lichaamsgewicht van de dieren)

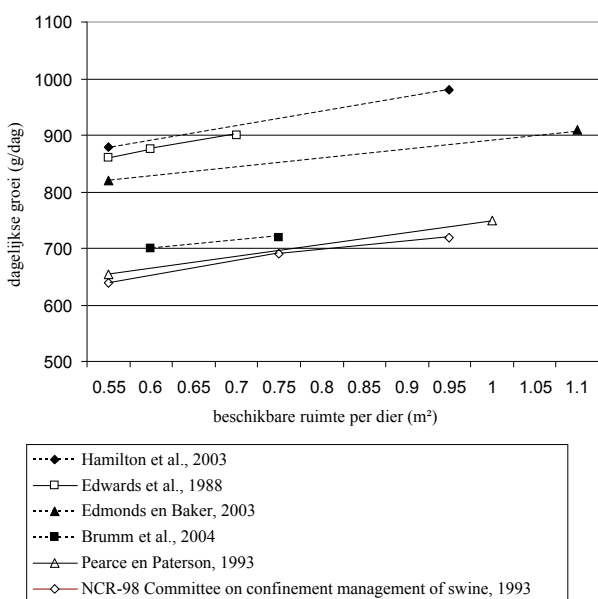
<sup>b</sup> omgevingstemperatuur <25°C

<sup>c</sup> omgevingstemperatuur >25°C

kaar te vermijden om een optimale afkoeling mogelijk te maken. Voor de situatie waar de omgevingstemperatuur beneden de 25°C blijft, betekent dit een stijging van ongeveer 24% ten opzichte van de huidige minimale wettelijke vereisten. Voor de situatie waarbij de omgevingstemperatuur meer dan 25°C is, betekent dit een stijging van 60%.

In veel studies werd het effect van de bezettingsdichtheid op de productieresultaten onderzocht in combinatie met andere factoren, zoals de groepsgrootte (Edmonds *et al.*, 1998; Wolters *et al.*, 2000; Wolters *et al.*, 2002; De Decker *et al.*, 2005), het vloertype (Spoolder *et al.*, 2000), het voedertype (Edmonds and Baker, 2003), voederadditieven (Brumm en Miller, 1996), de voedertroegruimte (Wolters *et al.*, 2003), de hokverrijking (Hyun en Ellis, 2002), het ras (Hamilton *et al.*, 2003), het mengen van groepen dieren (Brumm *et al.*, 2001; Kerr *et al.*, 2005) en het geslacht (Jensen *et al.*, 1973; Brumm, 2004). De resultaten van een aantal van deze studies worden samengevat in Figuur 1. Uit de figuur blijkt dat er in elk van de studies een positief verband werd gevonden tussen een verhoogde beschikbare ruimte per dier en de dagelijkse groei. Tevens valt de grote variatie op in dagelijkse groei en beschikbare oppervlakten tussen de studies onderling. Dit kan ondermeer toegeschreven worden aan verschillen in het studieopzet (onderzoek in combinatie met andere factoren), verschillen in de genetica van de gebruikte dieren en aan de verschillende gewichtstrajecten die werden bestudeerd gedurende de studie. Er dient opgemerkt te worden dat de overgrote meerderheid van de vermelde studies werd uitgevoerd in de VS waar de omstandigheden en het type varken in belangrijke mate afwijken van de Europese en zeker de Belgische situatie.

In de Europese regelgeving, en bijgevolg ook in de Belgische regelgeving die daar op gebaseerd is, wordt gebruik gemaakt van een k-waarde van ongeveer 0,028 (Brumm, 2005). Dit doet vermoeden dat



**Figuur 1. Samenvatting van literatuurgegevens over het verband tussen hokbezettingsdichtheid en de dagelijkse groei bij vleesvarkens.**

de huidige wetgeving sterk geïnspireerd is geweest door de studies die werden uitgevoerd in het begin van de jaren '80 in de VS. De vleesvarkens in België, die sterk bevestigd zijn maar vaak ook meer stressgevoelig, zijn in veel opzichten moeilijk vergelijkbaar met de vleesvarkens van Noord-Amerika of die van andere Europese landen. Tevens moet opgemerkt worden dat bij een volle vloer of een halfroostervloer een grotere oppervlakte vereist is per dier dan bij een volroostervloer (Spoolder *et al.*, 2000). Deze toename kan oplopen tot 25% (Whittemore, 1998). Ook daar houden de wettelijke bepalingen geen rekening mee. Dit is des te meer van belang omdat vanuit het oogpunt van dierenwelzijn en in verband met de verminderde ammoniakemissie er bij nieuwe stallen meer en meer wordt geopteerd voor halfroostervloeren (anonymus, 2004).

#### EFFECTEN VAN HOKBEZETTINGSDICHTHEID OP DE GEZONDHEID VAN DE DIEREN

Veruit de meeste infectieziekten in de moderne veehouderij zijn multifactorieel van aard. Dit houdt in dat de veroorzakende infectieuze agentia vaak aanwezig zijn in de omgeving maar dat deze pas in ziekte resulteren als er ook andere factoren, gerelateerd aan de gastheer en de omgeving, een negatieve invloed uitoefenen. Voorbeelden van een aantal infectieziekten die momenteel belangrijk zijn bij vleesvarkens zijn: dysenterie, porcine proliferatieve enteropathie (PPE), salmonellose, atrofische rhinitis, enzoötische pneumonie, porcine circovirus geassocieerde ziekte en porcine reproductief en respiratoir syndroom (PRRS).

Een rechtstreeks effect van de hokbezetting op de ziekte-incidentie is tot op heden minder goed gedocumenteerd dan het effect ervan op de technische resultaten. In verschillende epidemiologische veldstudies wordt de bezettingsdichtheid als één van de risicofactoren geïdentificeerd die een invloed hebben op de incidentie van één of meerdere van de genoemde ziekten. De meeste studies werden uitgevoerd met betrekking tot ademhalingsaandoeningen waarbij werd aangetoond dat een te hoge hokbezetting resulteert in een hogere prevalentie en/of meer klinische symptomen van verscheidene ademhalingspathogenen (Bäckström en Bremer, 1978; Jensen en Blaha, 1997; Stärk *et al.*, 1998; Maes *et al.*, 2000a,b). In een overzichtsartikel van Stärk (2000) wordt ook aangegeven dat een te hoge bezettingsdichtheid één van de voornaamste risicofactoren is voor het ontstaan van ademhalingsaandoeningen bij vleesvarkens. Ook voor meer recente ziekten, zoals PRRS, porcine circovirus geassocieerde ziekte en PPE, werd aangetoond dat de hokbezettingsdichtheid een risicofactor vormt (Muirhead en Alexander, 1997). Voor salmonellose, een belangrijke zoonose, werd aangetoond dat een hogere hokbezetting significant geassocieerd is met een hogere seroprevalentie (Funk *et al.*, 2001, Nollet *et al.*, 2004).

De relatie tussen de bezettingsdichtheid en de gezondheid kan een rechtstreeks gevolg zijn van een verhoogde infectiedruk en/of een verhoogde ziekte-transmissie door intensiever contact tussen de die-

ren. Het kan ook een onrechtstreeks gevolg zijn van verhoogde stress die zorgt voor een immuniteitsdaling of van een verminderde luchtkwaliteit als gevolg van het gemiddeld lager beschikbaar volume lucht per dier bij een hogere bezettingsdichtheid. Ook voor niet-infectieuze aandoeningen, zoals maagulcera (Driesen *et al.*, 1987) en huidletsels ten gevolge van verwondingen (Turner *et al.*, 2000) werden verbanden aangetoond tussen de beschikbare oppervlakte per dier en het aantal aangetaste dieren.

Het spreekt voor zich dat het optreden van meer ziekte ook resulteert in een verhoogd medicijngebruik. Dit geeft op zijn beurt een verhoogde kans op residuen in het vlees of op de ontwikkeling van antimicrobiële resistentie (Catry *et al.*, 2003; Dewulf *et al.*, 2007). Bovendien is het een extra productiekost.

Ondanks de duidelijke aanwijzingen uit het observationeel onderzoek zijn er tot op heden heel weinig studies verricht waarbij door middel van experimenteel onderzoek het effect van verschillende hokbezettingsdichtheden op ziekte-incidentie wordt beschreven. Het is te verwachten dat dit eerder een effect op lange duur is waarbij door een suboptimale huisvesting de infectiedruk gradueel toeneemt, met op termijn meer ziekte tot gevolg.

Aangezien zieke dieren duidelijk minder goed groeien, spreekt het voor zich dat een verhoogde ziekte-incidentie onrechtstreeks ook een belangrijke negatieve invloed heeft op de productieresultaten. Ook het welzijn wordt bij ziekte vanzelfsprekend geschaad.

## EFFECTEN VAN HOKBEZETTINGSDICHTHEID OP DIERENWELZIJN

Varkens hebben ruimte nodig om te rusten, eten, drinken, bewegen, exploreren, interageren met soortgenoten en om te ontsnappen aan interacties met soortgenoten. Dit gedragsrepertorium of ethogram van gedomesticeerde varkens is gerelateerd aan verschillende biologische functies en motivaties die relevant zijn voor de levensomstandigheden van het everzwijn en nog steeds grotendeels relevant zijn voor varkens in moderne huisvestingscondities (EFSA, 2005). Deze gedragingen bepalen de ruimtelijke behoeften van varkens.

Als de beschikbare ruimte niet in overeenstemming is met de behoeften van de dieren, kan de activiteit onderdrukt of vervangen worden of uitgevoerd worden op een plaats die niet geschikt is voor deze activiteit. Dit leidt tot stress en een verminderd welzijn (EFSA, 2005). Varkens die blootgesteld worden aan stressinducerende factoren zonder dat ze zich hieraan kunnen aanpassen, geraken in een chronische stresssituatie waardoor ze gedragsstoornissen kunnen gaan vertonen. Deze kunnen op hun beurt het welzijn van de dieren verder negatief beïnvloeden. Gedragsstoornissen zijn dus belangrijke indicaties voor welzijnsproblemen. Voorbeelden van dergelijk omgericht gedrag zijn oor- en staartbijten (Madsen *et al.*, 1976). Andere voorbeelden van gedragsstoornissen bij vleesvarkens zijn onder andere onrust, angst, agressiviteit, apathie en het niet gelijktijdig kunnen uitvoeren van activiteiten die normaal met de groepsgenoten worden

uitgevoerd (eten, drinken, slapen). Dit laatste wordt ook wel asynchronisatie genoemd. Meunier-Salaun *et al.* (1987) toonden aan dat een verhoogde bezettingsdichtheid resulteert in een verhoging van plasma-glucocorticoidenniveaus, wat eveneens duidt op chronische stress. Gelijkaardige resultaten werden gevonden door Barnett *et al.* (1984).

Indien de hokken voldoende ruim zijn en onder thermoneutrale omstandigheden, zijn varkens van nature propere dieren en verkiezen ze om bepaalde activiteiten (zoals het liggen, eten en defeceren) gescheiden te houden in diverse zones (Stolba and Wood-Gush, 1984; Watson, 1985; Simonsen, 1990). Als de bezettingsdichtheid en/of de staltemperatuur echter te hoog zijn, zullen varkens sneller geneigd zijn om te gaan liggen in de natte mestplaats en te gaan mesten in de oorspronkelijke ligplaats (Hillmann *et al.* 2004). De gevolgen hiervan zijn vuilere varkens, een verhoogde emissie van ammoniak, een slechtere hygiëne en meer kans op ziekten. Er is een positieve relatie tussen de staltemperatuur en de oppervlaktebehoeften van het varken. Aangezien varkens niet kunnen zweten, zijn ze bij hoge temperaturen, naast het gaan liggen in de vochtige mestplaats, aangewezen op andere manieren om warmte te verliezen, zoals het vermijden van fysisch contact met hokgenoten en het lateraal (in plaats van sternaal) liggen. Bij een stijgende temperatuur hebben varkens, en zwaardere vleesvarkens in het bijzonder, dus nood aan extra ruimte (Hillmann *et al.*, 2004).

Een verhoogde hokbezetting heeft ook een negatieve invloed op het welzijn omdat het agonistisch gedrag in de hand werkt (Randolph *et al.*, 1981). Dit agonistisch gedrag kan een gevolg zijn van een verhoogde competitie voor de beste rustplaatsen. Verscheidene studies hebben een reductie in rusttijd ten gevolge van een verhoogde bezetting aangevoeld (Ross and Curtis, 1976; Randolph *et al.*, 1981). Eén van de basisvereisten voor varkens gehuisvest in groep is dat ze alle tegelijkertijd kunnen rusten (Brambell 1965). Dit is temeer van belang wanneer men weet dat vleesvarkens meer dan 85% van hun tijd al liggend doorbrengen (Ekkel *et al.*, 2003). De hoeveelheid ruimte die nodig is voor transitie van liggen naar staan en vice versa is nog groter (Baxter and Schwaller, 1983). Naarmate de dieren groeien treedt er ook een verhoogde competitie op voor de toegang tot de voederplaats. Vermits varkens door sociale facilitatie de neiging hebben om allemaal op hetzelfde moment te gaan eten, kunnen er, zelfs bij *ad libitum* voeding, competitie en agressie ontstaan. Ewbank en Bryant (1969) merkten op dat met minder ruimte de ernst van agressie toeneemt met name rond de voederbak. Zij concludeerden dat door een te hoge bezettingsdichtheid de dominantiehiërarchie er minder in slaagde om agressie in de groep te controleren.

## CONCLUSIE

Uit voorgaand literatuuroverzicht blijkt duidelijk dat er een belangrijk verband bestaat tussen de bezettingsdichtheid op varkensbedrijven en de productiviteit, gezondheid en het welzijn van de dieren. Voor wat het effect van de hokbezetting op allerhande pro-

ductieparameters betreft, werd in het verleden reeds veel onderzoek uitgevoerd en zijn er dus ook indicaties van wat de optimale bezettingsdichtheden zijn, al is het niet geheel duidelijk of de beschikbare data ook wel voor de Belgische vleesvarkenshouderij volledig van toepassing zijn. Voor wat de gezondheid en het welzijn betreft, zijn er ook veel onrechtstreekse indicaties van het bestaande verband met de bezettingsdichtheid maar daarover zijn er nog geen studies beschikbaar waarin duidelijke optimale en in de praktijk haalbare waarden naar voor worden geschoven. Studies waarbij de effecten van een veranderende hokbezetting op zowel de productie, de gezondheid als het welzijn op een geïntegreerde manier worden onderzocht, zijn al helemaal niet beschikbaar.

De normen zoals deze in de huidige wetgeving zijn voorgeschreven, zijn gebaseerd op onderzoek en inzichten die reeds vele jaren oud zijn. Tevens zijn zij niet mee geëvolueerd met de recente evoluties in de varkenshouderij. Er zijn dus redenen om aan te nemen dat de huidige bezettingsdichtheidsnormen niet meer in overeenstemming zijn met de optima voor de moderne varkenshouderij. Om te bepalen welke dan wel de optimale normen zijn, is er nood aan multidisciplinair onderzoek waarbij de effecten van een veranderende hokbezetting op zowel de productie, de gezondheid als het dierenwelzijn worden onderzocht. Hierbij zou tevens een economische analyse moeten worden uitgevoerd om in te schatten in welke mate een wijziging van de normen voor de hokbezetting de financiële resultaten van de bedrijven beïnvloeden.

## REFERENTIES

- Anonymous (2003). Koninklijk besluit betreffende de bescherming van varkens in de varkenshouderij. *Belgisch Staatsblad 15 mei 2003*.
- Anonymous (2004). Ministerieel besluit houdende vaststelling van de lijst van ammoniakemissiearme stal-systemen in uitvoering van artikel 1.1.2 en artikel 5.9.2.1bis van het besluit van de Vlaamse Regering van 1 juni 1995 houdende algemene en sectoriële bepalingen inzake milieuhygiëne. *Belgisch Staatsblad 14 oktober 2004*.
- Bäckström L., Bremer H. (1978). The relationship between disease incidences of fatteners registered at slaughter and environmental factors in herds. *Nordisk Veterinärmedicin 30*, 526-533.
- Barnett J. L., Cronin G. M., Winfield C. G., Dewar A. M. (1984). The welfare of adult pigs: the effects of five different housing treatments on behaviour, plasma corticosteroids and injuries. *Applied Animal Behaviour Science 12*, 209-232.
- Baxter M. R., Schwaller C. E. (1983). Space requirements for sows in confinement. In: Baxter S. H., Baxter M. R., MacCormack J. A. D. (Editors). *Farm Animal Housing and Welfare*. M. Nijhoff, The Hague, The Netherlands, p. 181-195.
- Baxter S. H. (1984). *Intensive Pig Production*, Granada, London.
- Brambell F. W. R. (1965). Report of the technical committee to enquire into the welfare of animals kept under intensive livestock husbandry systems. *Command 2836*, HMSO, London, U.K.
- Brumm C. (2005). The science behind the space allocation decision for nursery and grow-finish facilities. In the proceedings of the Allen D. Leman Conference, Minnesota, USA.
- Brumm M.C., Miller P. S. (1996) Response of pigs to space allocation and diets varying in nutrient density. *Journal of Animal Science 74*, 2730-2737.
- Brumm M.C. (2004). The effect of space allocation on barrow and gilt performance. *Journal of Animal Science 82*, 2460-2466.
- Brumm M.C., Ellis M., Johnston L.J., Rozenboom D.W., Zimmerman D.R., The NCR-98 committee on swine management (2001). Interaction of swine nursery and grow-finish space allocation on performance. *Journal of Animal Science 79*, 1967-1972.
- Catry B., Laevens H., Devriese L., Opsomer G., de Kruif A. (2003). Antimicrobial resistance in livestock. *Journal of Veterinary Pharmacology and Therapeutics 26*, 81-93.
- De Decker J.M., Ellis M., Wolters B.F., Corigan B.P., Curtis S.E., Parr E.N., Webel D.M. (2005). Effects of proportion of pigs removed from a group and subsequent floor space on growth performance of finishing pigs. *Journal of Animal Science 83*, 449-454.
- Deen J., Anil L., Anil S.S. (2005). Kernkamp lecture: Rights, lies, and videotape. In: *The Proceedings of the Allen D. Leman Conference, Minnesota, USA*.
- Dewulf J., Catry B., Timmerman T., Opsomer G., de Kruif A., Maes D. (2007). Tetracycline-resistance in lactose-positive enteric coliforms originating from Belgian fattening pigs: degree of resistance, multiple resistance and risk factors. *Preventive Veterinary Medicine 78*, 339-351.
- Driesen S.J., Fahy V.A., Spicer E.M. (1987). Oesophagogastric ulcers. In: *Proceedings 'Pig Production'*, Sydney University, 95, 1007-1017.
- EC (1991). Council Directive 91/630/EC of 19 November 1991 laying down minimum standards for the protection of pigs. *OJ L 340, 11.12.1991*, p.33.
- EC (2001). Council Directive 2001/88/EC of 23 October 2001 amending Directive 91/630/EEC laying down minimum standards for the protection of pigs. *OJ. L 316, 1.12.2001*. p. 1.
- Edmonds M.S., Arentson B.E., Mente G.A. (1998). Effect of protein levels and space allocation on performance of growing-finishing pigs. *Journal of Animal Science 76*, 814-821.
- Edmonds M.S., Baker D.H. (2003). Effect of dietary protein fluctuations and space allocation on performance and carcass quality of growing-finishing pigs, *Journal of Animal Science 81*, 2783-2791.
- Edwards S.A., Armsby A.W., Spechter H.H. (1988). Effects of floor area allowance on performance of growing pigs kept on fully-slatted floors. *Animal Production 46*, 453-459.
- EFSA. (2005). The welfare of weaners and rearing pigs: effects of different space allowances and floor types. *The EFSA Journal 268*, 1-19.
- Ekkel E.D., Spooler H.A.M., Hulsegge I., Hopster H. (2003). Lying characteristics as determinants for space requirements in pigs. *Applied Animal Behavior Science 80*, 19-30.
- Ewbank R., Bryant M.J. (1969). The effects of population density upon the behaviour and economic performance of fattening pigs. *Farm Building Progress 18*, 14-15.
- Funk J.A., Davies P.R., Gebreyes W. (2001). Risk factors associated with *Salmonella enterica* prevalence in three-site swine production systems in North-Carolina, USA. *Berliner Münchener Tierärztliche Wochenschrift 114*, 335-338.
- Hamilton D.N., Ellis M., Wolters B.F., Schinckel A.P., Wilson R. (2003). The growth performance of the progeny

- of two swine sire lines reared under different floor space allowances. *Journal of Animal Science* 81, 1126-1135.
- Hillmann E., Mayer C., Schrader L. (2004). Lying behaviour and adrenocortical response as indicators of the thermal tolerance of pigs of different weights. *Animal Welfare* 13, 329-335.
- Hyun Y., Ellis M. (2002). Effect of group size and feeder type on the growth performance and feeding patterns in finishing pigs. *Journal of Animal Science* 80, 568-574.
- Jensen A., Blaha T., (1997). Zum Zusammenhang zwischen Management- und Hygienefaktoren in Schweinemastbeständen und Organveränderungen am Schlachthof. *Der Praktische Tierarzt* 78, 494-504.
- Kerr C.A., Giles L.R., Jones M.R., Reverter A., (2005). Effect of grouping unfamiliar cohorts, high ambient temperature and stocking density on live performance of growing pigs. *Journal of Animal Science* 83, 908-915.
- Kornegay E.T., Knotter D.R. (1984). Effects of floor space and number of pigs per pen on performance. *Pig News and Information* 5, 23-33.
- Madsen A., Nielsen E.K., Hansen L.L. (1976). Some Danish experiments on the influence of housing systems on the performance of growing pigs. *US Feed Garins Council*, Hamburg.
- Maes D., Deluyker H., Verdonck M., Castryck F., Miry C., Vrijens B., de Kruif A. (2000a). Risk indicators for the seroprevalences of Mycoplasma hyopneumoniae, porcine influenza viruses and Aujeszky's disease virus in slaughter pigs from farrow-to-finish pig herds in Belgium. *Veterinary Research* 31, 313-327.
- Maes D., Deluyker H., Verdonck M., Castryck F., Miry C., Vrijens B., Ducatelle R., de Kruif A. (2000b). Non-infectious herd factors associated with macroscopic and microscopic lung lesions in slaughter pigs from farrow-to-finish pig herds. *The Veterinary Record* 148, 41-46.
- Meunier-Salaun M.C., Vantrimpote M.N., Raab A., Dantzer R. (1987). Effect of floor area restriction upon performance, behaviour and physiology of growing-finishing pigs. *Journal of Animal Science* 64, 1371-1377.
- Muirhead M., Alexander T. (1997). Managing and treating disease in the weaner, grower and finishing periods (Chapter 9). In: *Managing Pig Health and the Treatment of Disease. A Reference for the Farm*. 5M Enterprises Limited, Sheffield UK, p. 283-349.
- NCR-89 Committee on Confinement Management of Swine (1993). Space requirements of barrows and gilts penned together from 54 to 113 kilograms. *Journal of Animal Science* 71, 1088-1091.
- Nollet N., Maes D., De Zutter L., Duchateau L., Houf K., Huysmans K., Imberechts H., Geers R., de Kruif A., Van Hoof J. (2004). Risk factors for the herd-level bacteriologic prevalence of Salmonella in Belgian slaughter pigs. *Preventive Veterinary Medicine* 65, 63-75.
- Pearce G.P., Paterson A.M. (1993). The effect of space restriction and provision of toys during rearing on the behaviour, productivity and physiology of male pigs. *Applied Animal Behaviour Science* 36, 11-28.
- Petherinck J.C., Baxter S.H. (1981) Modeling the static spatial requirements of livestock. In: J.A.D. MacCormack (editor). *Modeling, Design, and Evaluation of Agricultural Buildings*. Scottish Farm Buildings Investigation Unit, Aberdeen. p 75-82.
- Randolph J.H., Cromwell G.L., Stahly T.S., Stakzat D.D. (1981). Effects of group size and space allowance on performance and behavior of swine. *Journal of Animal Science* 53, 922-927.
- Ross M.C., Curtis S.E. (1976). Space allowance and pig behaviour. *Journal of Animal Science* 42, 1339.
- Simonsen H.B. (1990). Behaviour and distribution of fattening pigs in the multi-activity pen. *Applied Animal Behaviour Science* 27, 311-324.
- Spoolder H.A.M., Edwards S.A., Corning S. (2000). Legislative methods for specifying stocking density and consequences for the welfare of finishing pigs. *Livestock Production Science* 64, 167-173.
- Stärk K., Nicolet J., Frey J. (1998). Detection of Mycoplasma hyopneumoniae by air sampling with a nested PCR assay. *Applied Environmental Microbiology* 64, 543-548.
- Stärk K. (2000). Epidemiological investigation of the influence of environmental risk factors on respiratory disease in swine. *The Veterinary Journal* 159, 37-56.
- Stolba A., Wood-Gush D.G.M. (1984). The identification of behavioural key features and their incorporation into a housing design for pigs. *Annual Recherche Vétérinaire* 15, 287-298.
- Turner S.P., Sinclair A.G., Edwards S.A. (2000). The interaction of liveweight and the degree of competition on drinking behaviour in growing pigs at different group sizes. *Applied Animal Behaviour Science* 67, 321-334.
- Wellock I.J., Emmans G.C., Kyiazakis I. (2003). Predicting the consequences of social stressors on pig food intake and performance. *Journal of Animal Science* 81, 2995-3007.
- Watson T.S. (1985). Development of eliminative behaviour in piglets. *Applied Animal Behaviour Science* 14, 365-377.
- Whittemore C. (1998). *The Science and Practice of Pig Production*. Blackwell Science, Oxford, UK, p. 537-549.
- Wolters B.F., Ellis M., Corrigan B.P., DeDecker J.M., Curtis S.E., Parr E.N., Webel D.M., (2003). Effect of restricted postweaning growth resulting from reduced floor and feeder-trough space on pig growth performance to slaughter weight in a wean-to-finish production system. *Journal of Animal Science* 81, 836-842.
- Wolters B.F., Ellis M., Curtis S.E., Parr E.N., Webel D.M., (2000). Group size and floor-space allowance can affect weanling-pig performance. *Journal of Animal Science* 78, 2062-2067.
- Wolters B.F., Ellis M., DeDecker J.M., Curtis S.E., Hollis G.R., Shanks R.D., Parr E.N., Webel D.M. (2002). Effect of double stocking and weighing frequency on pig performance in a wean-to-finish production system. *Journal of Animal Science* 80, 1442-1450.