

Oorzaken van abortus bij zeugen

¹D. Maes, ¹A. Van Soom, ²F. Haesebrouck, ³H. Nauwynck, ¹A. de Kruif

¹Vakgroep Voortplanting, Verloskunde en Bedrijfsdiergeneeskunde,

²Vakgroep Bacteriologie, Pathologie en Pluimveeziekten,

³Vakgroep Virologie, Parasitologie en Immunologie,

Faculteit Diergeneeskunde, UGent, Salisburylaan 133, B-9820 Merelbeke

Dominiek.Maes@UGent.be

SAMENVATTING

Abortus bij zeugen of het verlies van de foeti tussen dag 35 en 109 van de dracht leidt tot een groot financieel verlies. Op een normaal functionerend varkensbedrijf mag op jaarbasis niet meer dan 4% van de aanwezige zeugen verwerpen. Indien dit percentage wordt overschreden, moet er naar een oorzaak gezocht worden. Zowel niet-infectieuze als infectieuze oorzaken kunnen aanleiding geven tot abortus. Niet-infectieuze factoren die het risico op verwerpen verhogen, zijn ondermeer een afwijkende omgevingstemperatuur, de nazomer, toxische stoffen, een sterk afwijkende conditie en allerlei stressfactoren. Van de infectieuze agentia zijn vooral infecties met virussen en bacteriën belangrijk. Infectieuze oorzaken kunnen pas worden aangepakt na het stellen van een etiologische diagnose. In praktijkomstandigheden is dit echter niet eenvoudig en aanvullend laboratoriumonderzoek verloopt dikwijls negatief. Sommige infecties kunnen worden bestreden door een goed vaccinatieschema (Aujeszky, vlekziekte, parvovirus, influenza, PRRS), andere dienen vooral via hygiëne en bioveiligheidsmaatregelen te worden voorkomen (leptospirose, EMC). Wat de precieze oorzaak ook is, de bedrijfsvoering en de deskundigheid van de varkenshouder zijn steeds zeer belangrijk, zowel om problemen te voorkomen, als om ze samen met de dierenarts snel op te lossen of te voorkomen.

INLEIDING

Onder het verwerpen of abortus bij zeugen wordt verstaan het afsterven en het uitdrijven van de foeti tussen dag 35 en 109 na de bevruchting. Wanneer de foeti vóór dag 35 afsterven, worden ze ofwel geresorbeerd ofwel afgedreven. Meestal worden de zeugen daarna vrij snel opnieuw berig; in dat geval spreekt men van herlopen of terugkeren. Vanaf dag 35 na de bevruchting begint bij het varken de calcificatie van het bot en kunnen de vruchten bij het afsterven niet meer volledig geresorbeerd worden (Almond *et al.*, 2006). Ze worden ofwel afgedreven (abortus), of ze blijven in de baarmoeder waarna er mummificatie optreedt. In dit laatste geval blijven de corpora lutea meestal functioneel en kan er sprake zijn van pseudograviditeit. Men denkt dat de zeug drachtig is maar uiteindelijk werpt ze niet. Tot dag 109 van de dracht kunnen de geboren biggen niet overleven omdat de longen onvoldoende gerijpt zijn. Vanaf dag 109 is er wel kans dat (een deel van) de biggen overleven. Men spreekt in dat geval niet meer van abortus maar van vroeggeboorte. De leeftijd van verworpen vruchten kan geschat worden uitgaande van de kop-staartlengte in cm (x) met behulp van de volgende formule (Ullrey *et al.*, 1965):

$$\text{Leeftijd foetus in dagen} = 21,07 + 3,11 \times x$$

Abortus bij zeugen komt op alle varkensbedrijven voor. Bij een kengetalanalyse wordt aangenomen dat per jaar niet meer dan 4% van de op het bedrijf aan-

wezige zeugen mag verwerpen. Op een bedrijf met 200 zeugen mogen dus niet meer dan 8 zeugen per jaar verwerpen. Indien de worpindex 2,0 bedraagt, zijn dit dus 4 zeugen (2%) per cyclus. Indien de worpindex 2,40 bedraagt, zijn het er $8/2,4 = 3,3$ zeugen (1,7%) per cyclus. Indien er op jaarbasis meer zeugen verwerpen of indien er in een korte periode veel zeugen verwerpen (abortusstorm), dan dient de oorzaak te worden opgespoord.

Verschillende oorzaken kunnen leiden tot het verwerpen bij zeugen. Aangezien zeugen voor het instandhouden van de dracht volledig aangewezen zijn op de progesteronproductie van de corpora lutea graviditatis, kan elke factor die aanleiding geeft tot het in regressie gaan van de corpora lutea de oorzaak zijn van het herlopen of het verwerpen. Septikemie of toxinemie ten gevolge van een infectie door ubiquitaire micro-organismen, zonder speciale affiniteit voor de genitaaltractus, of ook niet-infectieuze oorzaken kunnen zo'n vroegtijdige regressie van de corpora lutea tot gevolg hebben. In deze gevallen is de oorzaak van de abortus van maternale oorsprong. De geaborteerde biggen hebben dan meestal dezelfde grootte en zien er fris uit doordat ze kort voor het op gang komen van de uitdrijving zijn gestorven.

Ook oorzaken van foetale oorsprong kunnen leiden tot abortus. In die gevallen is er vaak sprake van een agens dat een speciale affiniteit heeft voor de foeten én voor de genitaaltractus, zoals het bij de ziekte van Aujeszky, varkenspest, leptospirose en brucellose het

geval is. De vruchten worden aangetast en sterven; daarna gaan de corpora lutea graviditatis in regressie.

NIET-INFECTIEUZE OORZAKEN VAN ABORTUS

De voornaamste niet-infectieuze oorzaken van abortus worden hieronder weergegeven.

Een afwijkende omgevingstemperatuur

Zowel uitzonderlijk hoge temperaturen als extreme koude kunnen aanleiding geven tot abortus. Extreem hoge temperaturen (bijvoorbeeld $>40^{\circ}\text{C}$) worden vooral tijdens de zomer waargenomen in slecht geventileerde stallen. Lage temperaturen kunnen voorkomen tijdens de winter in onaangepaste stallen en zijn vooral nadelig voor magere zeugen die onvoldoende voeder krijgen. Afhankelijk van de soort huisvesting dient de staltemperatuur voor de drachtige zeugen ongeveer 18°C te bedragen. Verder kunnen zeugen ook te veel afkoelen door ze te lang te wassen met koud water of door ze na het wassen in een relatief koude omgeving te brengen. Dit verhoogt het risico op abortus en op doodgeboren biggen.

Het seizoen

Zeugen die gedekt zijn in de nazomer hebben een verhoogde kans op het onregelmatig terugkomen, vooral na 30-40 dagen. Deze zeugen zijn meestal drachtig geweest, maar er is embryonale of foetale sterfte opgetreden. Deze nadelige invloed van het seizoen op de vruchtbaarheid wordt ook wel najaarsonvruchtbaarheid genoemd en is meer uitgesproken bij zeugen die buitenbeloop hebben. In dit geval spreekt men van najaarsabortussen. Het varken was vroeger niet vruchtbaar tijdens deze periode. Door selectie en genetische vooruitgang zijn de hedendaagse zeugen het volledige jaar door vruchtbaar, maar de resultaten zijn nog steeds minder goed tijdens het najaar. De aanwezigheid van een beer in de drachtige zeugenstal heeft een gunstig effect op het onderhouden van de dracht. Vooral tijdens het najaar zou het aanwezig zijn van een beer, wellicht via feromonen, de nadelige seizoeneffecten gedeeltelijk kunnen beperken (Muirhead en Alexander, 1997).

Slecht functionerende gasbranders

In de winter kan in slecht geventileerde stallen en door het slecht functioneren van gasbranders het CO -gehalte van de stallucht zodanig stijgen dat de biggen intra-uterien afsterven. Abortus of veel doodgeboren biggen kunnen het gevolg zijn. Bij de zeugen zijn geen klinische symptomen waarneembaar. Foetaal hemoglobine heeft immers een grotere affiniteit voor CO dan het hemoglobine van de zeug. Het praktisch belang van een te hoog CO -gehalte in het kader van abortus bij zeugen is wellicht gering.

Toxische stoffen

Een te frequente behandeling of een te hoge dosering met toxische stoffen, zoals sommige organische

fosforverbindingen, kan in sommige gevallen aanleiding geven tot abortus en een te hoog percentage doodgeboren biggen. Ook injecties met procaine-penicilline, vooral in het begin van de dracht, kunnen een enkele keer aanleiding geven tot embryonale sterfte en abortus (Embrechts, 1982).

Mycotoxinen

Voeder dat gecontamineerd is met mycotoxinen, zoals *Claviceps purpurea*, T2-toxin en zearalenone, kunnen bij drachtige zeugen aanleiding geven tot abortus, dood- en zwakgeboren biggen (Osweiler, 2006). Bij de zeugen treden meestal geen specifieke symptomen op. Bij hogere doses kunnen droog gangreen en het afsterven van de extremiteiten gezien worden (*Claviceps purpurea*), anorexie en lusteloosheid (T2-toxine), en roodheid, zwelling en ontsteking van de vulva (zearalenone). De diagnose wordt het beste gesteld door het aantonen van de schimmeltoxinen in het voeder. Kwantitatieve analyses zijn duur en de toxinen zijn meestal niet homogeen verdeeld in het voeder, wat problemen kan opleveren in verband met de stalname.

Een uitgesproken negatieve energiebalans

Dit komt nog maar zelden voor.

Stress

Stress bij varkens kan door zeer uiteenlopende factoren teweeggebracht worden, zoals injecties, ontreacties, onrust door sociale rangordegevechten (bijvoorbeeld wanneer zeugen gemengd worden), een slecht stalklimaat (tocht, te koud of te warm) en een onaangepaste voeding. Het is uitvoerig beschreven dat stress bij drachtige zeugen een negatieve invloed kan hebben op een aantal vruchtbaarheidsparameters (Coubrough, 1985; Van der Lende en Hazeleger, 1987; Almond, 1992; Martineau, 1997b). Stress is nadelig voor het onderhouden van de dracht, vooral tijdens de eerste weken van de dracht (tijdens de "migratiefase" en "implantatiefase" van de vruchten). Op dat moment zijn de foeti bijzonder gevoelig voor stress. Lijdt de zeug tijdens deze fasen aan een subklinische infectie of zelfs maar aan een indigestie, dan kan dit leiden tot een totale sterfte van de embryo's (embryonale sterfte). Tijdens de latere stadia van de dracht is het nadelig effect van stress nog steeds aanwezig (Hafez, 1987) maar wellicht minder uitgesproken. De stressreactie die nodig is voor het opwekken van een abortus (>35 dagen dracht) is met andere woorden groter dan deze die nodig is voor het doen afsterven van jonge vruchten (<35 dagen dracht). Het precieze mechanisme van de nadelige invloed van stress op het onderhouden van de dracht is niet helemaal duidelijk. Mogelijk spelen een verhoging van de lichaamstemperatuur en/of een toegenomen contractiliteit van de baarmoeder door de excitatie een rol. De nadelige effecten zijn meer uitgesproken bij stressgevoelige rassen dan bij stressongevoelige rassen, zoals bijvoorbeeld hybriden, Large White. Echter, voor het induceren van de bronst bij gelten en bij pasgespeende zeugen kunnen kortdurende stresssitua-

ties (bijvoorbeeld door transport, door verhoeken of door de dieren in een andere omgeving te brengen) wel een positieve invloed hebben.

De vraag wordt dikwijls gesteld wanneer abortus ten vroegste kan optreden na een stresssituatie. Volgens literatuurgegevens bij rundvee en andere zoogdieren kan dit ten vroegste vanaf 24 uur volgend op de feiten (Hafez, 1987). Alhoewel hierover geen specifieke gegevens bekend zijn bij varkens, wordt aangenomen dat bij deze dieren eveneens minstens 24 uren nodig zijn alvorens abortus optreedt na stress. De hormoonreactie heeft immers een zekere tijd nodig alvorens aanleiding te kunnen geven tot abortus. Ook enkele dagen na de stressreactie (tot 5 dagen erna) kunnen nog drachtige zeugen verwerpen.

INFECTIEUZE OORZAKEN VAN ABORTUS

Bij de reproductiestoornissen van het varken spelen infectieuze oorzaken ongetwijfeld een belangrijke rol. De betekenis ervan wordt echter dikwijls overschat. De micro-organismen die abortus kunnen veroorzaken, kan men indelen in facultatief pathogenen en pathogenen.

Facultatief pathogene micro-organismen

Het betreft micro-organismen die te vinden zijn in de meeste varkenspopulaties, en die onder normale omstandigheden onschuldige commensalen zijn, zoals *Arcanobacter pyogenes*, *Escherichia coli*, en stafylo- en streptokokken. Pas bij een verlaagde maternale weerstand of andere predisponerende factoren kunnen zij de genitaaltractus aantasten en kunnen ze verantwoordelijk zijn voor pre- en perinatale sterfte en abortus. De stoornis treedt meestal incidenteel op in tegenstelling tot meer besmettelijke aandoeningen. In geval van abortus zijn er in de verworpen vruchten en/of vruchtvliezen meestal anatomopathologische afwijkingen aanwezig en is het bacteriologisch onderzoek van dit materiaal vaak positief. In andere gevallen wordt de genitaaltractus in het geheel niet aangetast, maar treedt een algemene septikemie of toxinemie op. Als gevolg daarvan treedt er een verstoring op in het mechanisme dat de corpora lutea graviditatis in stand moet houden, waardoor deze in regressie gaan en abortus onvermijdelijk is. In die gevallen verloopt het onderzoek van vruchten en placentae veelal negatief.

Pathogene micro-organismen

Tal van infecties met pathogene micro-organismen kunnen aanleiding geven tot abortus. De voornaamste infectieuze agentia worden hieronder weergegeven. Ook infecties die hieronder niet worden weergegeven en die aanleiding geven tot (hoge) koorts, kunnen abortus veroorzaken.

Virale infecties

Het aujeszkyvirus

Het aujeszkyvirus heeft het varken als natuurlijke gastheer. De klinische symptomen na een infectie bij

het varken variëren naargelang de leeftijd van het dier, de virulentie van de virusstam en de immuniteitsstatus van het bedrijf. Bij jonge biggen zijn vooral zenuwstoornissen aanwezig, bij vleesvarkens ademhalings-symptomen en bij zeugen zijn vruchtbaarheidsstoornissen (vooral abortus) het belangrijkste.

Op basis van de klinische symptomen kan men zelden de diagnose stellen. Bij verworpen foeti en jonge biggen is de aanwezigheid van multipale necrosehaardjes (witgele speldenkopgrote stipjes) op de lever sterk indicatief (Bolin *et al.*, 1985). Ze zijn echter niet steeds aanwezig. Een virologische diagnose kan gesteld worden door virusisolatie, PCR en het aantonen van geïnfecteerde cellen via immunologische detectietechnieken. Virusisolatie en PCR kunnen gebeuren op neusswabs, nasale en faryngeale mucosae en tonsillen bij acuut zieke dieren en op de longen en milt van geaborteerde foeti. Geïnfecteerde cellen kunnen opgespoord worden in nasaal mucosa van varkens met ademhalingsproblemen en in de longen van geaborteerde foeti.

Commercieel beschikbare ELISA-testen kunnen gebruikt worden om serumantistoffen aan te tonen die specifiek gericht zijn tegen het gE-eiwit van het wild aujeszkyvirus. Aldus kan onderscheid gemaakt worden tussen vaccinatie en infectie. Binnen het huidige eradicatieprogramma van de ziekte van Aujeszky is de diagnostiek vooral gericht op het opsporen van gE-positieve dieren en bedrijven. gE-positieve dieren worden immers als potentiële infectiebron beschouwd. Klinische uitbraken van de ziekte van Aujeszky in Belgische varkensbedrijven komen de laatste jaren niet meer voor. Sinds 2005 heeft elk bedrijf immers minstens het A3-statuuat (enkel gE-negatieve dieren). Meer en geactualiseerde informatie is steeds te vinden op de website van DGZ-Vlaanderen (<http://www.dierengezondheidszorg.be>).

Het porcien reproductief en respiratoir syndroom (PRRS) virus

Zoals uit de naam blijkt, bestaan de symptomen vooral uit reproductie- en ademhalingsstoornissen. Het PRRS-virus veroorzaakt een persisterende infectie. De viremie kan weken duren ondanks het feit dat er immuniteit wordt opgebouwd. Dieren afkomstig van klinisch herstelde bedrijven kunnen dus een langdurige bron van infectie zijn. Recent onderzoek heeft aangetoond dat nagenoeg alle varkensbedrijven enzoötisch geïnfecteerd zijn met het PRRS-virus (Mateusen *et al.*, 2002). Op besmette bedrijven bedraagt het percentage immune vleesvarkens meer dan 90% op het einde van de afmestperiode.

Infecties met PRRSV op een bedrijf kunnen zowel subklinisch als klinisch verlopen. Bij een eerste contact van een zeugenbedrijf met het PRRS-virus kan een zeer erg ziektebeeld optreden. Gedurende de eerste week van de ziekte kunnen bij zeugen anorexie, depressie en mogelijk koorts waargenomen worden. Op het bedrijf worden griepachtige symptomen waargenomen gedurende 1 tot 3 weken. Cyanose van de extremiteten kan voorkomen maar dit is slechts tijdelijk en bij een zeer beperkt aantal dieren aanwezig. Eén tot 2 weken na de eerste klinische symptomen volgt een drastische stijging van het aantal doodgebo-

ren biggen. De zeugen zijn niet ziek en werpen hetzij enkele dagen te vroeg (>109 dagen dracht, tot 35%), hetzij à terme. Doodgeboren biggen kunnen beginnende tekenen van mummificatie vertonen. De overlevende biggen hebben geregeld een abdominale ademhaling, zijn lethargisch en depressief. Conjunctivitis en oedeem van de oogleden worden frequent gezien. De mortaliteit vóór het spenen kan oplopen tot 40%. Het aantal terugkomers bij zeugen die gedekt worden na aanvang van de PRRS-infectie kan oplopen tot dubbel zo veel als normaal. Bij beren die een PRRS-infectie doormaken, kan de spermakwaliteit dalen. Gewoonlijk behalen de productiegegevens één tot drie maanden na het uitbreken van de infectie terug het normale niveau.

Meestal is het moeilijk om een diagnose te stellen aan de hand van de klinische symptomen. Het typische ziektebeeld komt nog maar zelden voor. Een etiologische diagnose kan gesteld worden door virusisolatie of door het aantonen van het virus via PCR bij verworpen of doodgeboren biggen. Het virus kan het best aangetoond worden in de longen, het serum en de lymfeknopen. Aangezien sera voornamelijk worden verzameld nadat er al reproductiestoornissen opgetreden zijn en dus nadat de infectie al enkele weken op het bedrijf aanwezig is, is een seroconversie bij zeugen moeilijk aan te tonen. Het vinden van precolostrale antistoffen bij biggen duidt op een recente infectie.

Zeugen worden in België frequent gevaccineerd tegen PRRSV. Momenteel zijn er in België vier vaccins commercieel verkrijgbaar die kunnen gebruikt worden bij zeugen: 2 levend verzwakte (één op basis van een Europese stam; één op basis van een Amerikaanse stam) en 2 geïnactiveerde (beide gebaseerd op een Europese stam). Het vaccinatieschema hangt af van het soort vaccin en van het bedrijf. Verschillende vaccinatieschema's worden in de praktijk toegepast: vaccinatie van alle zeugen in groep, vaccinatie tussen de 60ste en 70ste dag van de dracht, of vaccinatie van de zeugen tijdens de lactatie. Met de huidige vaccins wordt enkel een gedeeltelijke bescherming bekomen. In hoeverre de kosten van vaccinatie opwegen tegen de meeropbrengst is niet duidelijk. Geïnfecteerde bedrijven wordt aangeraden om aangekochte gelten te vaccineren tijdens de quarantaineperiode alvorens deze aan de zeugenstapel toegevoegd worden. De ontwikkeling van nieuwe vaccins die een betere bescherming geven is nodig.

Het parvovirus en de porciene enterovirussen

Deze virussen zijn bekend als de SMEDI-virussen (Stillbirth, Mummification, Embryonic Death, Infertility). Alhoewel abortus niet het voornaamste symptoom is maar wel de mummificatie van de foeten, worden ze hier toch kort besproken. Zowel de enterovirussen als het parvovirus zijn wereldverspreid en komen enzoötisch voor op de meeste bedrijven. Deze virussen veroorzaken zelden klinische problemen bij niet-drachtige dieren en verspreiden zich snel en onopvallend binnen een groep niet-immune dieren.

Problemen ontstaan wanneer er in de puberteit geen goede immuniteit bestaat en de dieren in dit stadium of soms zelfs pas tijdens de dracht worden geïnfecteerd.

De infectie treedt op langs orale en/of respiratoire weg, soms ook via het sperma. Een geïnfecteerde beer kan de infectie overbrengen door de dekking zelf, maar ook door het typische gedrag tijdens het voorospel.

Ondanks het feit dat de infectie bij de zeug klinisch niet waarneembaar verloopt, treedt er veelal een transplacentaire infectie op tijdens het stadium van viremie, wat embryonale sterfte tot gevolg kan hebben. Het aantal vruchten dat initieel besmet wordt, wisselt van één tot enkele. Nadien grijpt een verdere intra-uteriene verspreiding plaats. De mate waarin een infectie door deze virussen prenatale sterfte veroorzaakt, is vooral afhankelijk van het stadium van de dracht waarin de infectie plaatsvindt:

- Sterfte van de totale toom vóór dag 35 van de dracht leidt tot de resorptie van de embryonen en vertraagt het berig worden (het onregelmatig terugkomen). Soms wordt zo'n totale vroegembryonale sterfte gevolgd door een lange periode van anoestrus.
- Een infectie na het begin van de foetale periode, dus tussen dag 35 en dag 70, leidt tot mummificatie, vaak van de gehele toom. De gemummificeerde toom kan weken, soms zelfs maanden na de verwachte werpdatum worden geboren.
- Als foeti pas in de tweede helft van de dracht besmet worden, dan kan men tijdens de à terme plaatsvindende partus naast enkele mummies, doodgeboren "frissere" biggen (of biggen die begin van autolyse vertonen), zelfs zwakke levendgeboren biggen die meestal kort na de partus sterven, en/of normaal levende biggen aantreffen.

In de meeste gevallen ziet men te kleine tomen, tomen met veel gemummificeerde vruchten of tomen met enkele doodgeboren vruchten en normale vruchten. De mummies hebben verschillende afmetingen omdat de intra-uteriene verspreiding van het virus eerder traag verloopt (Mengeling *et al.*, 2000). Sommige zeugen waarbij alle foeti gemummificeerd zijn, kunnen in overdracht gaan of niet werpen. Vooral maar niet uitsluitend eersteworpszeugen hebben een hoger risico op het SMEDI-probleem. Abortus treedt in de regel niet op tenzij misschien bij een enkele zeug. In elk geval kan men nooit spreken van een zogenaamde abortusstorm.

Voor een meer specifieke diagnose en vooral ter beantwoording van de vraag welk virus er van deze groep in betrokken is, zijn virologische en serologische onderzoeken noodzakelijk. Bij de interpretatie van de resultaten van deze onderzoeken moet de nodige reserve in acht worden genomen, daar ook in normale groepen zeugen een grote verspreiding van entero- en parvovirussen voorkomt. De isolatie van virus uit de feces van moederdieren bijvoorbeeld zegt helemaal niets. Op een bedrijf met klachten als te veel onregelmatige opbrekers, kleine tomen en te veel mummies, kan de diagnose gesteld worden door het aantonen van virus in vruchten en/of het aantonen van specifieke antilichamen in het serum van biggen (alvorens colostrum is opgenomen) of in lichaamsvloeistoffen bij doodgeboren biggen.

Entero- en parvovirussen zijn uiterst resistent in de buitenwereld en blijven op deze manier persistent op een bedrijf. Enterovirussen infecteren biggen vooral na het spenen. Het parvovirus circuleert veel

later in de vleesvarkensstal na het verdwijnen van de maternale immuniteit. Omdat de meeste jonge zeugen immuun zijn voor enterovirussen door de infectie op jonge leeftijd, is het niet nodig ze doelgericht te immuniseren vóór de inseminatie. Wanneer jonge zeugen geïsoleerd opgroeien in een parvovirusvrije omgeving, dan kunnen ze als naïeve dieren gemakkelijk geïnfecteerd worden nadat ze geïntroduceerd worden in een groep van oudere zeugen. Dit kan vervolgens aanleiding geven tot reproductiestoornissen. Om dit te voorkomen wordt vaccinatie aangeraden. Geïnactiveerde parvo-entstoffen zijn zeer effectief. Er wordt aanbevolen om jonge zeugen tweemaal te vaccineren vóór de eerste inseminatie in de quarantainest. In hoeverre de hervaccinatie nuttig is en/of de vaccinatie van oudere zeugen nodig is, blijft open voor discussie. Ook (zoek)beren worden het beste gevaccineerd om de virusverspreiding (onder andere via sperma) te verhinderen bij een mogelijke infectie met het virulente virus.

Het klassieke varkenspestvirus

Het klassieke varkenspestvirus kan bij geïnfecteerde zeugen aanleiding geven tot abortus, de mummificatie van de biggen, doodgeboren biggen, perinatale sterfte, de geboorte van zwakke biggen en biggen die een congenitale tremor hebben (Floegel-Niesmann *et al.*, 2003). De diagnose wordt gesteld op basis van de klinische symptomen, de typische macroscopische letsels en aanvullend laboratoriumonderzoek (aantonen van het virus) (Dewulf *et al.*, 2004). België is officieel vrij van het klassieke varkenspestvirus en er geldt een vaccinatieverbod.

Het boviene virale diarreevirus en het border disease virus

Deze twee virussen die net als het klassieke varkenspestvirus tot de pestvirussen behoren, komen vooral voor bij rundvee en schapen maar kunnen occasioneel ook varkens infecteren en eventueel aanleiding geven tot vruchtbaarheidsproblemen bij zeugen, zoals lage bevruchtingsresultaten, abortus, mummificatie, te kleine tomen en zwakke biggen (Vannier *et al.*, 1988). Het belang van deze virussen als oorzaak van het verwerpen bij zeugen in België is gering. Het verhinderen van direct contact met rundvee en schapen en het niet voederen van niet-gepasteuriseerde rundermelk afkomstig van geïnfecteerde koeien zijn de voornaamste preventieve maatregelen.

Het encefalomyocarditis (EMC) virus

Het virus werd in België voor de eerste maal geïsoleerd in 1991 en is sindsdien regelmatig aangetoond in geaborteerde foeti en/of dood- en zwakgeboren biggen (Koenen en Vanderhallen, 1997). Het precieze belang van het EMC-virus als oorzaak van vruchtbaarheidsstoornissen is echter niet duidelijk. Het virus is vooral belangrijk als oorzaak van acute sterfte bij biggen.

De epidemiologie is nog niet volledig opgehelderd maar wellicht zijn ratten en muizen het reservoir voor het virus. De varkens zouden via gecontamineerd voeder besmet geraken en via viremie komt het virus terecht in de hartspier, de hersenen en de drachtige baarmoeder.

De symptomen kunnen erg variëren. Zo kan de infectie bij biggen van 0-6 weken oud gepaard gaan met plotselinge sterfte (myocarditis) eventueel voorafgegaan door niet eten, braken, trillen, paralyse en (hevige) dyspnoe. Bij zeugen treden vooral reproductiestoornissen op de voorgrond: late mummificatie, dood- en zwakgeboren biggen en zelden abortus. De aandoening lijkt op PRRS maar bij een EMC-virusinfectie zijn de vruchtbaarheidsproblemen veel minder uitgesproken dan bij een PRRS-virusinfectie. De diagnose kan gesteld worden door de combinatie van de klinische bevindingen, het (histo)pathologisch onderzoek (grijswitte letsels in de hartspier) en de virusisolatie (uit hartweefsel). Een serologisch onderzoek is mogelijk maar draagt weinig bij tot de diagnostiek. Een grondige ongediertebestrijding, het beperken van excitatie en stress en hygiënische maatregelen zijn de belangrijkste preventieve maatregelen. Er is geen commercieel vaccin beschikbaar.

Het porcien circovirus type 2 (PCV-2)

Het PCV-2-virus is het etiologisch agens van het "post-weaning multisystemic wasting syndrome" (wegkwijnziekte, vooral bij gespeende biggen). De infectie van niet-immune drachtige zeugen kan echter ook leiden tot foetale sterfte gevolgd door mummificatie of abortus (West *et al.*, 1999). Het PCV-2-virus werd aangetoond in het hartweefsel van verworpen of gemummificeerde biggen (Ladekjaer-Mikkelsen *et al.*, 2001). Het precieze belang van PCV-2-infecties voor het induceren van abortus op Belgische varkensbedrijven is niet duidelijk maar gezien de meeste zeugen onder praktijkomstandigheden hoge antistoffentiters hebben (Sanchez *et al.*, 2001), zijn PCV-2-infecties als oorzaak van abortus weinig belangrijk.

De influenzavirussen

Het varken kan door verschillende influenzavirussen geïnfecteerd worden. De belangrijkste zijn het H1N1-, H3N2- en het H1N2-virus. Infecties met deze virussen kunnen aanleiding geven tot hoge koorts, het verlies van eetlust en ademhalingsproblemen. Bij drachtige zeugen kunnen volgende vruchtbaarheidsproblemen ontstaan: het herlopen, abortus of vroeggeboorte, en meer doodgeboren en gemummificeerde biggen. Algemeen wordt aangenomen dat deze vruchtbaarheidsproblemen uitsluitend het gevolg zijn van koorts (Vannier, 1999). Bij beren leidt koorts tot een tijdelijke onvruchtbaarheid. De diagnose kan gesteld worden door virusisolatie bij klinisch aangetaste dieren. Eventueel kunnen ook gepaarde sera genomen worden. Indien problemen met influenza regelmatig voorkomen, kan er gevaccineerd worden.

Andere virale infecties

Het porcien cytomegalovirus is een herpesvirus dat aanleiding kan geven tot een milde rhinitis (inclusion body rhinitis) bij zuigende en pasgespeende biggen. Indien niet-immune zeugen geïnfecteerd worden op het einde van de dracht, kan dit aanleiding geven tot foetale sterfte, mummificatie, doodgeboorte en geboorte van zwakke biggen (Orr *et al.*, 1988).

Andere virale infecties die vruchtbaarheidsstoornissen

nissen bij zeugen kunnen veroorzaken of die reeds geïsoleerd werden uit verworpen foeten of doodgeboren biggen zijn Japanese B-encefalitisvirus, Afrikaanse varkenspest, blue eye disease virus en reovirus.

Bacteriële infecties

Leptospirose

Deze infectie wordt wereldwijd als een belangrijke veroorzaker van reproductieproblemen beschouwd (Ellis, 2006). In hoeverre ze ook bij ons van belang is, is onzeker. Het onderzoek van serumstalen van varkens naar antistoffen tegen leptospirose tijdens de afgelopen jaren toonde slechts een zeer gering aantal positieve gevallen aan (<0,5%) (H. Imbrechts, persoonlijke mededeling). Waarschijnlijk speelt de aandoening een ondergeschikte rol. Het varken is reservoirgastheer voor *L. pomona*, *L. tarassovi*, *L. bratislava* en *L. muenchen*. De laatste twee typen zijn nauw geassocieerd met elkaar. Het belangrijkste serotype is *L. tarassovi*. Het varken is geen reservoirgastheer voor *L. icterohaemorrhagiae*, maar het kan er wel mee geïnfecteerd worden door ratten. Het is evenmin een reservoirgastheer voor *L. canicola* en *L. hardjo*, maar het kan eveneens (subklinisch) besmet worden door respectievelijk honden en rundvee.

Een bedrijf kan geïnfecteerd worden met leptospiren via drie belangrijke wegen: (1) via de aankoop van geïnfecteerde varkens, (2) via de aankoop van andere dieren dan het varken, (3) door het indirect contact met een besmettingsbron, zoals bijvoorbeeld gecontamineerd water. Een besmetting met het serotype *tarassovi* leidt tot een systemische infectie waarbij eventueel de drachtige uterus wordt bereikt, met abortus als gevolg. Geïnfecteerde varkens zijn jarenlang immuun en zullen in de regel niet opnieuw aborteren. Wel kunnen ze langdurig leptospiren blijven uitscheiden via de urine. De dekinfectie is bij serotype *tarassovi* van ondergeschikt belang in vergelijking met de infectie via de urine. Bij eventuele andere serotypen, zoals *L. bratislava/L. Muenchen*, zijn de dekinfecties wel van grote betekenis. Deze moeten dan ook meer als venerische ziekten worden beschouwd.

De diagnose van een infectie met *L. tarassovi* bij zeugen die geaborteerd hebben, kan het beste gebeuren via een serologisch onderzoek. Dergelijke zeugen hebben meestal hoge titers (bijvoorbeeld 800-1000) in de Microscopische Agglutinatietest (MAT). De diagnose van infecties met andere serovars is moeilijk omdat de MAT-titers bij deze serovars zeer snel dalen. Verworpen vruchten, urine en nieren kunnen eventueel onderzocht worden op de aanwezigheid van leptospiren door middel van de immunofluorescentietest.

Tot een behandeling tegen leptospirose moet alleen dan worden overgegaan als alle andere mogelijke oorzaken zijn uitgesloten. Het effect van antibiotica, vooral dan (dihydro) streptomycine, op de in het genitaalapparaat aanwezige leptospiren werd voor zover bekend nog niet onderzocht. In de urinewegen is het effect van (dihydro) streptomycine in het algemeen gunstig. Het effect in de genitaaltractus kan minder gunstig zijn door het slecht passeren van membranen door aminoglycosiden, alhoewel soms wel goede

effecten van een behandeling met (dihydro-) streptomycine op het opbreekprobleem worden gemeld. Dihydrostreptomycine toevoegen aan het sperma voor kunstmatige inseminatie is in staat eventueel aanwezige leptospiren uit te schakelen.

De aankoop van geïnfecteerde dieren moet vermeden worden. Bij de huisvesting moet aandacht worden besteed aan het beperken van contact tussen de verschillende groepen dieren en aan een goede hygiëne (het verwijderen van urine). Hierbij is ook de kwaliteit van de vloeren (de afwatering) belangrijk. Een gemeenschappelijke uitloop is ongewenst. Vaccinatie tegen leptospirose bij varkens wordt in België niet toegepast.

Vlekziekte

Vlekziekte wordt veroorzaakt door de bacterie *Erysipelothrix rhusiopathiae*. De acute vorm van deze aandoening gaat gepaard met erge algemene symptomen waarbij soms typische huidveranderingen optreden (Schulz *et al.*, 1977). Bij fokdieren is de ziekte vooral belangrijk wegens het optreden van abortus bij zeugen en onvruchtbaarheid bij de beer. Dit is vooral te wijten aan hoge koorts. De chronische vorm wordt gekenmerkt door polyarthritis of endocarditis. Van deze kiem kent men een groot aantal serotypen. De meeste stammen die geïsoleerd worden bij varkens behoren tot de serotypen 1 of 2.

In België zijn verschillende geïnactiveerde vaccins geregistreerd. Vaccins op basis van welbepaalde serotype 2-stammen induceren niet enkel een bescherming tegen dit serotype maar ook tegen serotype 1-stammen en de meeste andere serotypen. Sommige vaccins bevatten behalve een serotype 2-stam, ook een serotype 1-stam. Er wordt aangenomen dat de duur van de bescherming, na een tweemaalige vaccinatie met een interval van drie tot vier weken, ongeveer zes maanden bedraagt. Vaccinatie is vooral aangewezen bij fokdieren. Zeugen worden het beste 2 tot 3 weken na het werpen in de kraamstal gevaccineerd, al dan niet in combinatie met parvovaccinatie.

Brucellose

Brucellose, veroorzaakt door *Brucella suis*, is wettelijk bestreden en komt niet voor in België en in de meeste EU-landen. Een infectie bij de zeug leidt tot bacteriëmie en abortus in om het even welk stadium van de dracht door de aantasting van de placenta en de foeti. Bij de beer ontstaat er onvruchtbaarheid. Een infectie gebeurt door direct contact, via copulatie of via kunstmatige inseminatie van gecontamineerd sperma.

Chlamydia-infecties

Alhoewel *Chlamydia sp.* aanleiding kunnen geven tot late abortus en de geboorte van dood- of zwakgeboren biggen zijn subklinische infecties meestal de regel (Vanrompay *et al.*, 2004).

Andere bacteriële infecties

Verschillende andere bacteriële infecties, zoals listeriose, infecties met *Actinobacillus pleuropneumoniae*, *Actinobacillus suis*, *Haemophilus parasuis*,

Mycoplasma suis (voorheen *Eperythrozoon suis*) en *Lawsonia intracellularis*, kunnen aanleiding geven tot abortus door het induceren van koorts en/of het nadelig inwerken op de foeti. In de meeste gevallen komen overwegend andere klinische symptomen dan vruchtbaarheidsproblemen voor.

Parasitaire infecties

Toxoplasma gondii

Infecties met de protozoon *Toxoplasma gondii* bij varkens verlopen meestal symptomloos. Indien de infectie optreedt tijdens de eerste 6 tot 8 weken van de dracht, kan dit aanleiding geven tot abortus. Bij een infectie later tijdens de dracht treedt er vooral mummificatie op. Vroeggeboorten en de geboorte van zwakke of dode biggen worden ook beschreven als de infectie tijdens de tweede helft van de dracht optreedt.

FINANCIËLE SCHADE DOOR ABORTUS

De financiële schade als gevolg van abortus kan op verschillende manieren berekend worden, maar ze is in ieder geval zeer groot, vooral als het verwerpen op het einde van de dracht plaatsvindt. Muirhead en Alexander (1997) berekenden de kostprijs van abortus op het einde van de dracht op basis van de voederkosten voor de zeug en de kosten voor het verlies van de biggen en de gedeelde winst. Zij kwamen tot een verlies van 322 £ of 476 euro.

Er wordt aangenomen dat de kosten van een verliesdag bij een zeug ongeveer 2 euro bedragen (dit bedrag bevat onder andere de afschrijving van de gebouwen, voederkosten, vaste kosten en arbeid). Behalve het aantal dagen dracht moeten ook de dagen tussen het verwerpen en het opnieuw drachtig worden, meegeteld worden. Zeugen die aborteren komen meestal na 5-10 dagen terug in bronst, maar op dat ogenblik zullen ze niet drachtig worden omdat het geslachtsstelsel onvoldoende hersteld is. Bij een volgende bronst, 21 dagen later, kan dit wel. Vandaar dat er 30 dagen gerekend worden tussen het verwerpen en het opnieuw drachtig worden. Als een zeug dus verwerpt op 100 dagen dracht, dan bedraagt het totaal aantal verliesdagen 130. Dit komt overeen met 260 euro. Op een gesloten bedrijf (verkoop van slachtvarkens) of een fokbedrijf (verkoop van biggen) is er daarenboven een verlies van arbeidsinkomen door een verminderde verkoop van slachtvarkens of biggen (gedeerde winst). Vereenvoudigd gesteld betekent dit, uitgaande van 12 levendgeboren biggen en normale uitvalspercentages in de kraamstal (10-15%), batterij (1-5%), en vleesvarkensstal (1-5%), een verlies van 10 biggen van 10 weken oud of een verlies van ongeveer 9,5 slachtvarkens. Uitgaande van een arbeidsinkomen van 20 euro voor een big van 10 weken oud, en van 25 euro per slachtvarken, betekent dit een verlies van $(10 \text{ biggen} * 20 \text{ euro/big}) = 200$ euro voor een fokbedrijf, of van $(9,5 \text{ slachtvarkens} * 25 \text{ euro/slachtvarken}) = 238$ euro voor een gesloten bedrijf.

Globaal genomen is het verlies per zeug die verwerpt voor een fokbedrijf dus $200 + 260 = 460$ euro

en voor een gesloten bedrijf $238 + 260 = 498$ euro. In deze berekeningen zijn de kosten voor het versneld opruimen van zeugen (hoger vervangingspercentage van de zeugenstapel) en eventuele kosten voor medicatie nog niet inbegrepen.

HOE TE WERK GAAN IN GEVAL VAN ABORTUS?

Om problemen veroorzaakt door abortus op een varkensbedrijf te kunnen analyseren, dient men aandacht te schenken aan de volgende gegevens alvorens tot aanvullend laboratoriumonderzoek over te gaan:

- de identificatie van de zeug (ras, pariteit, historische vruchtbaarheidsgegevens) en beer
- de datum van het verwerpen (periode van het jaar, duur van de dracht)
- de huisvesting (individueel versus groepshuisvesting, hygiëne van de hokken) en het stalklimaat (temperatuur, vochtigheid, licht, tocht, CO)
- het management en allerlei mogelijke stressreacties
- het soort voeder, voedersysteem en voederschema
- de drinkwatervoorziening en drinkwaterkwaliteit
- de algemene gezondheid van de zeug (conditie, eetlust, lichaamstemperatuur, klinische symptomen) en de aanwezigheid van andere aandoeningen (bijvoorbeeld poot- en klauwproblemen, urineweginfecties)
- het aantal foeten en de grootte en het uitzicht van de verworpen foeten.

Behalve aan de individuele zeugen die verworpen hebben, is het ook belangrijk om aandacht te besteden aan het volledig bedrijf en de voorgeschiedenis van het bedrijf. Indien er geen specifieke afwijkingen gevonden worden of indien een infectieuze oorzaak vermoed wordt, dient aanvullend laboratoriumonderzoek uitgevoerd te worden, zoals bijvoorbeeld autopsie van de foeten en placentae, verder histopathologisch, microbiologisch, toxicologisch of serologisch onderzoek van de foeten en/of placentae, serologisch onderzoek van de zeugen.

Het is belangrijk om verse monsters te nemen en om foeten of placentae van meerdere dieren naar het laboratorium te sturen. Verder is het ook belangrijk om de stalen zo koel mogelijk te bewaren maar niet in te vriezen. Ingevroren weefsels zijn immers ongeschikt voor histopathologisch onderzoek. Meestal kan gestold bloed genomen worden. Voor specifieke onderzoeken, bijvoorbeeld een hematologisch onderzoek naar *Mycoplasma suis*, kan het nodig zijn om ongestold bloed te nemen. In geval van gepaarde sera is het belangrijk om het eerste serumstaal zo vroeg mogelijk te nemen. Indien de infectie al een tijdje aan de gang is, zal een stijging van de antistoffentiters in het serum niet meer duidelijk zijn. De keuze van de te nemen monsters hangt echter af van de soort aandoening. Bij een acute influenza-uitbraak en abortus is het nemen van neusswabs voor virusisolatie te verkiezen boven een serologisch onderzoek.

Tot slot levert het stellen van een etiologische diagnose in geval van abortus bij zeugen meestal teleurstellende resultaten op. In de meeste gevallen kan de precieze oorzaak niet achterhaald worden. Het is mogelijk en wellicht ook waarschijnlijk dat bij heel wat bedrijfsproblemen met te veel verwerpende zeugen meerdere factoren een rol spelen.

BESLUIT

Abortus bij zeugen komt op elk zeugenbedrijf voor, maar het wordt een probleem zodra het voorkomt bij meer dan 4% van de aanwezige zeugen op jaarbasis. In dat geval moet er naar een oorzaak gezocht worden. De economische schade door abortus is immers zeer groot. Zowel niet-infectieuze als infectieuze oorzaken of een combinatie van beide kunnen aanleiding geven tot abortus. Het stellen van een etiologische diagnose in geval van een infectieuze oorzaak is niet eenvoudig en aanvullend laboratoriumonderzoek verloopt dikwijls negatief. Sommige infecties kunnen worden bestreden door een goed vaccinatieschema (Aujeszky, vlekziekte, parvovirus, influenza, PRRS), andere dienen vooral via hygiëne en bioveiligheidsmaatregelen voorkomen te worden (leptospirose, EMC). De bedrijfsvoering en de deskundigheid van de varkenshouder zijn steeds zeer belangrijk, zowel om problemen te voorkomen als om ze samen met de dierenarts snel op te lossen of te voorkomen.

REFERENTIES

- Almond G. (1992). Factors affecting the reproductive performance of the weaned sow. *Veterinary Clinics of North American Food Animal Practitioners* 8, 503-515.
- Almond G., Flowers W., Batista L., D'Allaire S. (2006). Diseases of the reproductive system. In: B. Straw, J. Zimmerman, S. D'Allaire, D. Taylor (Eds.). *Diseases of Swine*. 9th Edition, Blackwell Publishing, Ames Iowa, USA, 113-147.
- Bolin C., Bolin S., Kluge J., Mengeling W. (1985). Pathologic effect of intrauterine deposition of pseudorabies virus on the reproductive tract of swine in early pregnancy. *American Journal of Veterinary Research* 46, 1039-1042.
- Coubrough R. (1985). Stress and fertility. A review. *Onderstepoort Journal of Veterinary Research* 52, 153-156.
- Dewulf J., Koenen F., Mintiens K., Denis P., Ribbens S., de Kruif A. (2004). Analytical performance of several classical swine fever laboratory diagnostic techniques on live animals for detection of infection. *Journal of Virological Methods* 119, 137-143.
- Ellis W. (2006). Leptospirosis. In: B. Straw, J. Zimmerman, S. D'Allaire, D. Taylor, (Eds.). *Diseases of Swine*, 9th Edition, Blackwell Publishing, Ames Iowa, USA, 691-700.
- Embrechts E. (1982). Procaine penicillin toxicity in pigs. *The Veterinary Record* 111, 314-315.
- Floegel-Niesmann G., Bunzenthal C., Fischer S., Moening V. (2003). Virulence of recent and former classical swine fever virus isolates evaluated by their clinical and pathological signs. *Journal of Veterinary Medicine B Infectious Diseases Veterinary Public Health* 50, 214-220.
- Hafez E. (1987). Abortion in farm animals. In: *Reproduction in farm animals*, 5th Edition, Lea & Febiger, Philadelphia, 411-412.
- Hopper S., White M., Twiddy N. (1992). An outbreak of blue-eared pig disease (porcine reproductive and respiratory syndrome) in four pig herds in Great Britain. *The Veterinary Record* 131, 140-144.
- Koenen F., Vanderhallen H. (1997). Comparative study of the pathogenic properties of a Belgian and Greek EMCV isolates for sows in gestation. *Journal of Veterinary Medicine series B* 44, 281-286.
- Ladekjaer-Mikkelsen A., Nielsen J., Storgaard T., Botner A., Allan G., McNeilly F. (2001). Transplacental infection with PCV-2 associated with reproductive failure in a gilt. *The Veterinary Record* 148, 759-760.
- Martineau GP. (1997). Les avortements. In: *Maladies d'élevage des porcs*. 1st edition, Editions France Agricole, 326-381.
- Mateusen B., Maes D., Nauwynck H., Balis B., Verdonck M., de Kruif A. (2002). Seroprevalence of porcine reproductive and respiratory syndrome virus (PRRSV) in 20 Belgian farrow-to-finish pig herds. In: *Proceedings 17th Congress International Pig Veterinary Society (IPVS)*. June 2-5, Ames Iowa USA, 240.
- Mengeling W., Lager K., Vorwald A. (2000). The effect of porcine parvovirus and porcine reproductive and respiratory syndrome virus on reproductive performance. *Animal Reproduction Science* 60-61, 199-210.
- Muirhead M., Alexander Th. (1997). *Managing pig health and the treatment of disease. A reference for the farm*. 1st Edition, 5M Enterprises Limited, pp. 608.
- Orr J., Althouse E., Dulac G., Durham P. (1988). Epizootic infection of a minimal disease swine herd with a herpesvirus. *Canadian Veterinary Journal* 29, 45-50.
- Osweiler G. (2006). Occurrence of mycotoxins in grains and feeds. In: B. Straw, J. Zimmerman, S. D'Allaire, D. Taylor (Eds). *Diseases of Swine*, 9th Edition, Blackwell Publishing, Ames Iowa, USA, 915-929.
- Sanchez R., Nauwynck H., Pensaert M. (2001). Serological survey of porcine circovirus 2 antibodies in domestic and feral pig populations in Belgium. In: *Proceedings of the Porcine postweaning multisystemic wasting syndrome (PMWS) congress*, Saint Malo, France, 122.
- Schulz L., Drommer W., Ehard H., Hertrampf B., Leibold W., Messow C., Mumme J., Trautwein G., Überschär S., Weiss R., Winkleman J. (1977). Pathogenetische Bedeutung von Erysipelothrix rhusiopathiae in der akuten und chronischen Verlaufsform der Rotlaufarthritis. *Deutsche Tierärztliche Wochenschrift* 84, 107-111.
- Ullrey D., Sprague J., Becker D., Miller E. (1965). Growth in the swine fetus. *Journal of Animal Science* 24, 711.
- Van de Lende T., Hazeleger W. (1987). Health and fertility in relation to production. Embryonal mortality in swine: incidence and possibilities for prevention. *Tijdschrift voor Diergeneeskunde* 112, 1106-1113.
- Vannier P. (1999). Infectious causes of abortion in swine. *Reproduction in Domestic Animals* 34, 367-376.
- Vannier P., Leforban Y., Carnero R., Cariolet R. (1988). Contamination of a live virus vaccine against pseudorabies (Aujeszky's disease) by an ovine pestivirus pathogen for the pig. *Annales de Recherche Vétérinaire* 19, 283-290.
- Vanrompay D., Geens T., Desplanques A., Hoang T., De Vos L., Van Loock M., Huyck E., Miry C., Cox E. (2004). Immunoblotting, ELISA and culture evidence for Chlamydiae in sows on 258 Belgian farms. *Veterinary Microbiology* 99, 59-66.
- West K., Bystrom J., Wojnarowicz C., Shantz N., Jacobson M., Allan G., Haines D., Clark E., Krakowka S., McNeilly F., Konoby C., Martin K., Ellis J. (1999). Myocarditis and abortion associated with intrauterine infection of sows with porcine circovirus 2. *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation* 11, 530-532.