

ผลของฤดูกาลต่อสมรรถภาพทางการสืบพันธุ์ในแม่สุกร

เพด็จ ธรรมรักษ์* วิชัย ทันทสุภารักษ์ มงคล เตชะกำพุ อรรณพ คุณาวงษ์กฤต

Abstract

Padet Tummaruk Wichai Tantasuparuk Mongkol Techakumphu Annop Kunavongkrit

SEASONAL EFFECTS ON THE REPRODUCTIVE PERFORMANCE OF GILTS AND SOWS

Although the domestic pig is not a true seasonal breeder, a seasonal effect on reproductive performance exists. A reduction in reproductive performance during some periods of the year is most pronounced in primiparous sows and is manifested in various ways such as, delayed puberty, prolonged weaning-to-first-service interval (WSI), increased number of sows returning to oestrus after mating, decreased conception rate, decreased farrowing rate (FR), decreased litter size and an increased incidence of abortion. Both high ambient temperatures and/or changes in photoperiod have been reported to be the cause of these problems. The pig is considered to be a short-day seasonal breeder and variations in day-length have been demonstrated to be an important factor that controls the pattern of seasonal reproduction in pigs. Pigs are susceptible to heat stress because of their limited ability to decrease body temperature, through either evaporation or sweating. A number of additional factors such as parity, housing and ventilation, feed intake and boar effects have been shown to contribute to seasonal variations in sow reproductive performance. A number of management practices are suggested to reduce seasonal effects on sow reproductive performance.

Keywords : pig, season, reproductive performance

Department of Obstetrics Gynaecology and Reproduction, Faculty of Veterinary Sciences, Chulalongkorn University, Bangkok, 10330.

*Corresponding author

ภาควิชาสูติศาสตร์ เภสัชวิทยาและวิทยาการสืบพันธุ์ คณะสัตวแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330

*ผู้รับผิดชอบบทความ

บทคัดย่อ

เผด็จ ธรรมรักษ์* วิชัย ทันตสุภารักษ์ มงคล เตชะกำพุ อรรถพร คุณาวงษ์กฤต

ผลของฤดูกาลต่อสมรรถภาพทางการสืบพันธุ์ในแม่สุกร

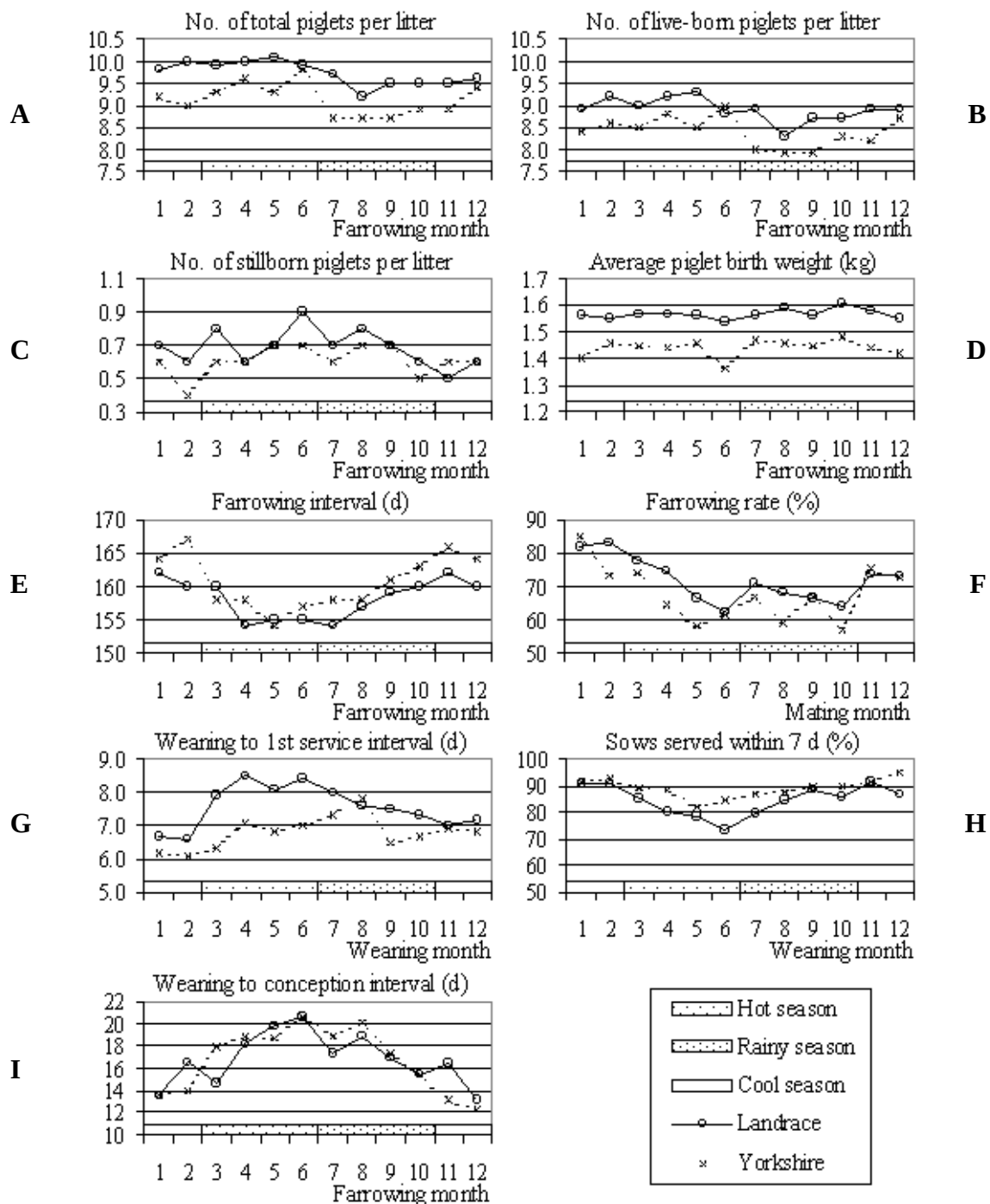
ปัจจุบันสุกร (domestic pig) ไม่ได้จัดเป็นสัตว์ที่ผสมพันธุ์เป็นฤดู (seasonal breeder) แต่ผลผลิตที่ได้ก็ยังคงมีความแปรปรวนระหว่างฤดู การลดลงของสมรรถภาพทางการสืบพันธุ์ในช่วงของปีพบมากที่สุด ในแม่สุกรสาวให้ลูกครอกแรก (primiparous sows) และแสดงให้เห็นได้จากหลายลักษณะ เช่น การเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์ช้าลงในสุกรสาว ระยะหย่านมถึงผสมนานขึ้น การกลับสัดหลังผสมสูงขึ้น อัตราการผสมติดลดลง อัตราการเข้าคลอดลดลง และบางครั้งพบว่าขนาดครอกเล็กลงและมีอุบัติการณ์ของการแท้งเพิ่มขึ้น สาเหตุของปัญหาเหล่านี้ อาจเกิดจากการเปลี่ยนแปลงของทั้งอุณหภูมิและแสงสว่างในแต่ละฤดู สุกรเป็นสัตว์ที่ชอบผสมพันธุ์ในช่วงวันที่มีแสงสว่างสั้น ความยาวของแสงต่อวันมีผลต่อสมรรถภาพการสืบพันธุ์ของแม่สุกร นอกจากนี้สุกรยังมีความไวต่อความเครียดที่เกิดจากอุณหภูมิสูง (heat stress) เนื่องจากการมีข้อจำกัดของร่างกายในการระบายความร้อน ปัจจัยอื่นๆ ที่มาช่วยเสริมผลของฤดูกาลต่อสมรรถภาพทางการสืบพันธุ์ในแม่สุกร ได้แก่ ลำดับครอก ลักษณะของโรงเรือน การระบายอากาศ การกินอาหาร และอิทธิพลของพ่อสุกร แนวทางในการลดความสูญเสียสมรรถภาพทางการสืบพันธุ์ในแม่สุกรในฤดูร้อนมีหลายแนวทาง เช่น การเหนี่ยวนำการเป็นสัดในสุกรสาวและแม่สุกร การลดอุณหภูมิในโรงเรือน ลดความหนาแน่น เป็นต้น

คำสำคัญ : สุกร ฤดูกาล สมรรถภาพทางการสืบพันธุ์

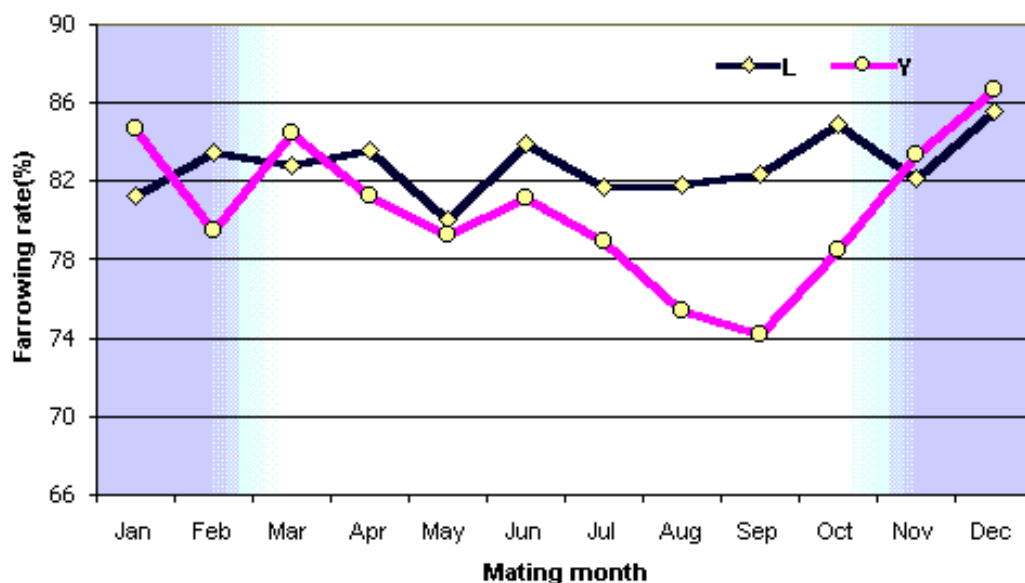
บทนำ

เนื่องจากสุกรที่เลี้ยงในฟาร์มทั่วไปมีวงจรการเป็นสัดและผสมพันธุ์ได้ตลอดปี สุกรเหล่านี้จึงไม่จัดว่าเป็นสัตว์ผสมพันธุ์ตามฤดูกาลที่แท้จริงอีกต่อไป ทั่วๆ ที่บรรพบุรุษของสุกรเหล่านี้เป็นสัตว์ที่ผสมพันธุ์เป็นฤดู หมูป่าในแถบยุโรป (European wild boar) จะผสมพันธุ์ในฤดูใบไม้ร่วงซึ่งมีความยาวของแสงสั้น อุณหภูมิในฤดูหนาว และ คลอดลูกประมาณฤดูใบไม้ผลิ (4 เดือนต่อมา) ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่มียาอาหารอุดมสมบูรณ์และอากาศเริ่มอุ่นขึ้น (Mauget, 1982) สุกรถูกนำมาเลี้ยงในสิ่งแวดล้อมที่ถูกควบคุมโดยมนุษย์และสามารถให้ลูกได้ประมาณ

ปีละ 2 ครั้ง สายพันธุ์ของสุกรเหล่านี้ถูกพัฒนาขึ้นเรื่อยๆ จนได้สุกรที่ให้ผลผลิตดีและทนต่อสภาพแวดล้อมได้ดีด้วย พันธุ์สุกรที่เลี้ยงในประเทศไทยที่นิยมทำเป็นสายแม่พันธุ์คือ สุกรพันธุ์แลนด์เรซ (Landrace, L) และพันธุ์ยอร์กเชอร์ (Yorkshire, Y) อย่างไรก็ตามก็ยังพบว่าในช่วงของปีผลผลิตหรือสมรรถภาพทางการสืบพันธุ์ในแม่สุกรจะลดลง เช่น สุกรสาวเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์ช้าลง ระยะหย่านมถึงผสม (weaning-to-first-service interval, WSI) นานขึ้น แม่สุกรกลับสัดหลังผสมมากขึ้น อัตราการตั้งท้องลดลง อัตราการเข้าคลอดลดลง และบางครั้งพบว่า ขนาดครอกเล็กลงเช่นกัน นอกจากนี้ยังพบอุบัติ



รูปที่ 1 ผลของฤดูกาลต่อสมรรถภาพทางการสืบพันธุ์ของแม่สุกรในประเทศไทย (Tantasuparuk et al., 2000)



รูปที่ 2 ผลของฤดูกาลต่ออัตราการเข้าคลอดในสุกรพันธุ์แลนด์เรซ (L) และพันธุ์ยอร์กเชียร์ (Y) ในประเทศ สวีเดน แถบขาว-ดำที่เป็นฉากหลังแสดงถึงความยาวของแสงต่อวันในแต่ละเดือน สีดำ = ความยาวของแสงต่อวันน้อย สีขาว = ความยาวของแสงต่อวันมาก (Tummaruk et al., 2000^b)

การณ์ของการแท้งสูงเป็นบางช่วงของปีด้วย สิ่งที่เป็นเหตุปัจจัยของปัญหาการเปลี่ยนแปลงของผลผลิตสุกรในแต่ละฤดู คือ อุณหภูมิและการเปลี่ยนแปลงปริมาณของแสง (Wildt et al., 1975; Claus and Weiler, 1985; Love et al., 1993; Andersson et al., 1998; Tantasuparuk et al., 2000; Tummaruk et al., 2000^b; Tast et al., 2001)^{a,b}

ความแปรปรวนของสมรรถภาพทางการสืบพันธุ์ในแม่สุกรในแต่ละฤดู

จากการศึกษาในประเทศไทยโดย Tantasuparuk et al. (2000) พบว่าฤดูกาลมีผลต่อขนาดครอก กล่าวคือ ขนาดครอกจะใหญ่ที่สุดเมื่อแม่สุกรถูกผสมในฤดูหนาวและคลอดในฤดูร้อน และในทางกลับกันเมื่อแม่สุกรถูกผสมในฤดูร้อนและคลอดในฤดูฝนขนาดครอก

จะเล็กลง โดยจำนวนลูกสุกรต่อครอกต่างกันถึง 0.9 ตัว เมื่อเปรียบเทียบระหว่างเดือนที่ให้ผลผลิตดีที่สุดและเดือนที่ให้ผลผลิตต่ำที่สุด แม่สุกร L มีขนาดครอกเล็กเมื่อคลอดในเดือนสิงหาคมและอยู่ในระดับต่ำตลอดครึ่งปีหลัง ในขณะที่แม่สุกร Y มีขนาดครอกเล็กเมื่อคลอดในช่วงเดือนกรกฎาคม-กันยายน (รูปที่ 1 A, B) ผลการทดลองนี้สอดคล้องกับการศึกษาในประเทศสเปน (Dominguez et al., 1996) แต่ต่างกับการศึกษาในประเทศสวีเดนและอเมริกาซึ่งพบว่าไม่มีความแตกต่างของขนาดครอกระหว่างฤดูแต่อย่างใด (Koketsu and Dial, 1997; Tummaruk et al., 2000^b)

ฤดูกาลยังมีผลต่ออัตราการกลับสัดหลังจากผสมครั้งแรก อัตราการเข้าคลอด อัตราการผสมติด และอัตราการแท้งด้วยเช่นกัน (Claus and Weiler, 1985; Love et al., 1993; Tantasuparuk et al., 2000;

Tummaruk et al., 2000^b) ในประเทศสวีเดน Tummaruk et al. (2000^b) พบว่าแม่สุกรที่ถูกผสมในช่วงฤดูร้อนมีอัตราการผสมติดต่ำกว่าแม่สุกรที่ถูกผสมในช่วงฤดูหนาว สุกรพันธุ์ Y มีอัตราการผสมติดต่ำสุดเมื่อผสมในเดือนสิงหาคม-กันยายน ซึ่งเป็นฤดูร้อนในประเทศสวีเดน ในขณะที่พันธุ์ L มีอัตราการผสมติดค่อนข้างสม่ำเสมอตลอดปี (รูปที่ 2) ในประเทศไทยพบว่าอัตราการเข้าคลอดจะต่ำสุดในสุกรที่ถูกผสมตั้งแต่เดือนเมษายน-มิถุนายน และอยู่ในระดับที่ค่อนข้างต่ำในครึ่งปีหลัง อัตราการเข้าคลอดจะดีที่สุดที่สุดในสุกรที่ถูกผสมช่วงเดือนพฤศจิกายน-กุมภาพันธ์ (Tantasuparuk et al., 2000) สุกรพันธุ์ L มีอัตราการเข้าคลอดดีกว่า Y เมื่อผสมในช่วงฤดูร้อน (รูปที่ 1F)

ฤดูกาลมีผลกระทบต่อ WSI ระยะหย่านมถึงผสมติด (weaning-to-conception interval; WCI) และระยะคลอดถึงคลอด (farrowing interval) (เผด็จ และคณะ, 2002; Tantasuparuk et al., 2000; Tummaruk et al., 2000^b) ในประเทศสวีเดน Tummaruk et al. (2000^b) พบว่าตั้งแต่เดือนมิถุนายน-ตุลาคม ซึ่งเป็นช่วงฤดูร้อน สุกรท้องแรกมี WSI นานขึ้น ในขณะที่สุกรนางมีผลกระทบน้อยกว่า Tantasuparuk et al. (2000) พบว่าเหตุการณ์เช่นนี้พบได้ในประเทศไทยเช่นกัน โดยในสุกรพันธุ์ L มี WSI สูงในช่วงเดือนมีนาคม-กรกฎาคม ในขณะที่ Y มี WSI สูงตั้งแต่เดือน กรกฎาคม-สิงหาคม อย่างไรก็ตามโดยเฉลี่ย L มี WSI สูงกว่า Y โดยเฉพาะในฤดูร้อน (รูปที่ 1G) WCI จะสูงทั้ง L และ Y ในช่วงปลายฤดูร้อนต้นฤดูฝน (รูปที่ 1I)

ฤดูกาลมีผลต่ออายุเมื่อผสมครั้งแรกและคลอดครั้งแรกในสุกรสาว อายุเมื่อคลอดครั้งแรกหรือผสมครั้งแรกไม่เพียงแต่เป็นลักษณะที่บ่งบอกถึงการเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์ของสุกรแต่ยังเป็นผลจากการจัดการสุกรทดแทนด้วยเช่นกัน ในประเทศสวีเดน Tummaruk et al. (2000^b) พบว่าสุกรที่คลอดในฤดูหนาวมีอายุมากกว่าสุกรที่คลอดในฤดูอื่นๆ (รูปที่ 3) ทั้งนี้เป็นไปได้ว่าน่าจะ

เกิดจากสุกรเหล่านี้ถูกผสมรอบแรกในช่วงฤดูร้อนซึ่งเป็นช่วงที่สุกรมีอัตราการผสมติดต่ำทำให้อาจต้องผสมซ้ำหลายครั้ง (Hurtgen and Leman, 1980) หรืออาจเกิดจากสุกรสาวที่เข้าสู่วัยเจริญพันธุ์ในช่วงฤดูร้อนช้าลงและใช้เวลานานกว่าจะผสมได้ (Hughes et al., 1990; Love et al., 1993) หรือทั้งสองอย่าง นอกจากนี้ Tummaruk et al. (2000^a) ยังพบว่าสุกรที่เกิดในฤดูหนาวมีอายุมากเมื่อผสมได้ครั้งแรกเปรียบเทียบกับสุกรที่เกิดในฤดูร้อน สาเหตุบางส่วนอาจเป็นไปได้ว่าเกิดจากสุกรที่เกิดในฤดูหนาวอาจได้รับอาหารไม่เพียงพอหรือแม่สุกรได้รับอาหารที่ด้อยคุณภาพ (Mauget, 1982) หรือสุกรเหล่านี้เข้าสู่วัยเจริญพันธุ์ในช่วงฤดูร้อน (6-7 เดือนหลังจากเกิด) ทำให้การเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์ถูกทำให้ช้าลง (เผด็จและคณะ, 2001; Hughes et al., 1990; Love et al., 1993) หรือเกิดจากหลายๆ ปัจจัยร่วมกัน นอกจากนี้ยังพบว่าอัตราการเจริญเติบโตก็ต่ำเช่นกันในสุกรที่เกิดในช่วงฤดูหนาว (Tummaruk et al., 2000^a)

ผลของแสงสว่างต่อสมรรถภาพทางการสืบพันธุ์

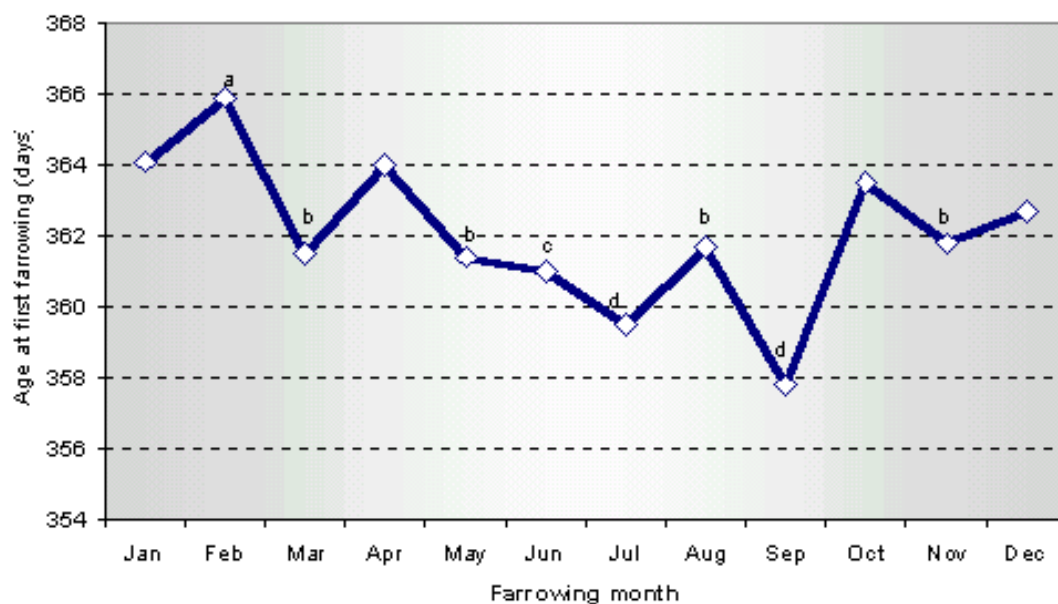
สุกรถูกจัดเป็นสัตว์จำพวกชอบผสมพันธุ์ในฤดูที่มีความยาวแสงต่อวันสั้น และการเปลี่ยนแปลงของความยาวแสงต่อวัน (day length) ได้รับการพิสูจน์แล้วว่ามีความสำคัญต่อการควบคุมผลผลิตของสุกรในแต่ละฤดู (Prunier et al., 1996; Peltoniemi et al., 1999^{ab}; Andersson, 2000; Bassett et al., 2001) ในช่วงก่อนหน้านี้นี้ยังค่อนข้างมีความสับสนถึงระดับของเมลาโณนที่ตอบสนองต่อแสงในสุกรที่เลี้ยงในฟาร์ม (Diekmann et al., 1992; Green et al., 1996; Bollinger et al., 1997) แต่ปัจจุบันนี้เป็นที่แน่ชัดแล้วว่าระดับของเมลาโณนมีจังหวะของการขึ้นลงในแต่ละวันในสุกรเช่นเดียวกับสัตว์ตระกูลอื่นๆ เช่น แกะ และมนุษย์ (Paterson and Folders, 1994; Malpau et al., 1996; Klupiec et al., 1997; Tast et al., 2001^a) การปรับ

การให้แสงสว่าง (Prunier et al., 1996) หรือการให้เมลาโชนิน (Diekman et al., 1991; Pattersson et al., 1992; Bassett et al., 2001) ถูกนำมาใช้ในการควบคุมและกำจัดอิทธิพลของฤดูกาลที่มีผลต่อความสมบูรณ์พันธุ์ของแม่สุกร แต่ผลที่ได้ยังคงไม่แน่นอน (Bassett et al., 2001) และจำเป็นต้องศึกษาเพิ่มเติมต่อไป

สุกรสาวที่ถูกเลี้ยงในโรงเรือนที่ควบคุมให้อยู่ในภาวะช่วงแสงต่อวันสั้นเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์เร็วกว่าสุกรสาวที่ถูกเลี้ยงในโรงเรือนที่มีช่วงแสงต่อวันนาน (Paterson and Pearce, 1990) และข้อมูลเร็วๆ นี้ก็มีการแสดงให้เห็นว่า ถ้ามีการควบคุมช่วงแสงต่อวันให้สั้นลงจะทำให้ WSI สั้นลงเช่นกัน (Prunier et al., 1996; Tanaka et al., 1997) ในการทดลองพบว่าสัดส่วนของแม่สุกรที่แสดงอาการเป็นสัดภายใน 10 วันหลังหย่านมสูงขึ้นโดยการให้แม่สุกรอยู่ในโรงเรือนที่มีช่วงแสงต่อวันสั้น ในช่วงเดือนสุดท้ายของการตั้งท้องจนกระทั่งหลังหย่านมเปรียบเทียบกับกลุ่มที่อยู่ในโรงเรือนที่มีช่วงแสงต่อวันยาว (Prunier et al., 1994; Kermabon et al., 1995) ในสวีเดน แม่สุกรมี WSI ยาวและอัตราเข้าคลอดต่ำในช่วงฤดูร้อน ซึ่งเป็นช่วงที่มีความยาวของแสงต่อวันนานที่สุดในรอบปี (Tummaruk et al., 2000^b) เหล่านี้สามารถนำมาประกอบกันและอธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นในประเทศที่มีความเปลี่ยนแปลงของแสงสว่างต่อวันมากๆ ได้ อย่างไรก็ดีจากการทดลองพบว่า ในโรงเรือนที่มีความยาวของแสงต่อวันสูงก็มีผลดีในหลายประการ เช่น ลูกสุกรหย่านมมีน้ำหนักเพิ่มขึ้น (Stevenson et al., 1983) แม่สุกรมีน้ำนมเพิ่มขึ้นและลูกสุกรมีอัตราการอดมากขึ้น (Mabry et al., 1982) แต่พบว่าความยาวแสงต่อวันไม่มีผลต่อการกินอาหาร (feed intake) และการเพิ่มของน้ำหนักตัว (weight gain) ในสุกรอนุบาลและสุกรขุน (Ntunde et al., 1979; Berger et al., 1980; McGlone et al., 1988)

นอกจากความยาวของแสงต่อวันแล้ว ความเข้มของแสงในช่วงกลางวันก็มีผลต่อปริมาณเมลาโชนินที่หลั่งในช่วงกลางคืนเช่นกัน จากการศึกษาในมนุษย์พบว่าถ้าช่วงกลางวันมีความเข้มของแสงสูงช่วงกลางคืนก็จะมีการหลั่งเมลาโชนินออกมามาก (Love et al., 1993) การให้สุกรได้รับระดับความเข้มของแสงที่ 113 lux เคยใช้ได้ผลในการทำให้เกิดการหลั่งเมลาโชนินในช่วงกลางคืน (Griffith and Minton, 1992) แต่อย่างไรก็ดีความเข้มขึ้นของแสงยิ่งสูงขึ้นจะทำให้การหลั่งเมลาโชนินในสุกรชัดเจนขึ้น Love et al. (1993) แนะนำระดับความเข้มของแสงไว้อย่างน้อย 200-300 lux เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงของระดับเมลาโชนินในเลือด อย่างไรก็ดีจากการศึกษาเมื่อไม่นานมานี้ Tast et al. (2001^b) พบว่าการใช้ความเข้มของแสง 40 200 หรือ 10000 lux ไม่มีผลต่อความแตกต่างของระดับความเข้มขึ้นและระยะเวลาในการหลั่งเมลาโชนิน และแนะนำว่าการใช้แสงในฟาร์มสุกรเพื่อควบคุมผลของฤดูกาลต่อสมรรถภาพการสืบพันธุ์นั้น ความเข้มของแสง 40 lux ก็เป็นการเพียงพอแล้ว อย่างไรก็ดีการตอบสนองของสุกรแต่ละตัวต่อแสงมีความแตกต่างกัน ซึ่งเป็นเรื่องที่ควรคำนึงถึงเช่นกัน นอกจากนี้การศึกษาเพื่อเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของเมลาโชนินกับสมรรถภาพทางการสืบพันธุ์ในแม่สุกรยังคงต้องทำเพิ่มเติมอีก

ยังมีอีก 2 ประเด็นที่นำมาอภิปรายกัน คือ สัดส่วนของความมืด: สว่าง ในแต่ละวัน และอัตราเร็วของการเปลี่ยนแปลงจากสว่างเป็นมืด หรือจากมืดเป็นสว่าง ทั้ง 2 ประเด็นยังไม่มีข้อสรุปที่แน่นอน แต่ส่วนใหญ่แนะนำว่าสัดส่วนของความ มืด: สว่างที่ 12:12 ชั่วโมง ให้ผลดีกว่าที่ 16:8 ชั่วโมง หรือที่ 8:16 ชั่วโมง โดยประเมินจากการหลั่งเมลาโชนิน (Love et al., 1993) ในขณะที่บางรายงานเพิ่มเติมว่าสุกรอาจไม่ตอบสนองถ้าการเปลี่ยนแปลงของแสงเกิดขึ้นอย่างทันทีทันใด จึงควรค่อยๆ ลดแสงและเพิ่มแสงเหมือนธรรมชาติ (Paterson et al., 1992)



รูปที่ 3 อิทธิพลของฤดูกาลต่ออายุเมื่อคลอดครั้งแรกในแม่สุกรความแตกต่างทางสถิติแสดงโดยใช้ตัวอักษรที่แตกต่างกัน a กับ b = $P < 0.05$; a กับ c = $P < 0.01$ และ a กับ d = $P < 0.001$ (Tummaruk et al., 2000^b)

อิทธิพลของอุณหภูมิต่อสมรรถภาพทางการสืบพันธุ์

สุกรเป็นสัตว์ที่มีความไวสูงต่ออากาศร้อน เนื่องจากมีความสามารถที่จำกัดในการระบายความร้อนจากร่างกายโดยการระเหยและทางเหงื่อ (Dickman et al., 1994) Flower et al. (1989) พบว่าสุกรสาวที่สัมผัสกับอากาศร้อน มีอัตราการหายใจสูงขึ้น อุณหภูมิของร่างกายวัดทางทวารหนักสูงขึ้น และสุกรกินน้ำมากขึ้น ความเครียดมีผลเสียต่อองค์ประกอบของสมรรถภาพทางการสืบพันธุ์หลายประการ เช่น การเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์ (Flower et al., 1989) การอยู่รอดของตัวอ่อน (embryonic survival) อัตราการผสมติด (Omtvedt et al., 1971; Wettemann and Bazer, 1985) และ WSI (Prunier et al., 1994, 1996) สุกรสาวที่สัมผัสกับอุณหภูมิสูง (33°C) เป็นเวลา 50 วัน จะเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์ช้าลง (Flower et al., 1989) Omtvedt et al. (1971) พบ

ว่าความเครียดที่เกิดจากความร้อนในช่วง 0-16 วันของการตั้งท้องในสุกรสาวจะทำให้อัตราการผสมติดลดลงและขนาดครอกเล็กลง ในขณะที่ความเครียดที่เกิดจากความร้อนในช่วง 102-110 วัน ของการตั้งท้อง จะเพิ่มจำนวนลูกตายแรกคลอด Tantasuparuk et al. (2000) รายงานจากการศึกษาในประเทศไทยว่าอุณหภูมิในช่วง 4 สัปดาห์แรกหลังผสมมีผลต่อจำนวนลูกแรกคลอดทั้งหมด/ครอก เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น 1°C จำนวนลูกแรกคลอดจะลดลงประมาณ 0.07 ตัว/ครอก อุณหภูมิในช่วงเลี้ยงลูกมีผลต่อ WSI เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น 1°C WSI จะเพิ่มขึ้น 0.17 วัน เช่นเดียวกับอัตราการเข้าคลอดเมื่ออุณหภูมิในช่วง 4 สัปดาห์แรกของการตั้งท้องสูงขึ้น อัตราการเข้าคลอดจะลดลงเช่นกัน ในประเทศฝรั่งเศส Prunier et al. (1994) พบว่าสัดส่วนของแม่สุกรที่แสดงอาการเป็นสัปดาห์ใน 10 วัน หลังหย่านมจะต่ำลงถ้าแม่

สุกรถูกเลี้ยงอยู่ในที่อุณหภูมิสูงๆ (27-30°C.) เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มของแม่สุกรที่เลี้ยงในสภาวะอุณหภูมิปกติ (18-20°C.) การสัมผัสกับอุณหภูมิสูง (>25°C.) เป็นเวลานานๆ จะทำให้การเป็นสัดหลังหย่านมนานขึ้นในสุกรท้องแรก (primiparous sow) ในขณะที่ผลกระทบจะน้อยกว่าในสุกรนาง (multiparous sow) (Prunier et al., 1996) นอกจากนี้อุณหภูมิที่สูงขึ้นยังมีผลต่อการลดการกินอาหารของแม่สุกรลงด้วย (Prunier et al., 1996; Quinou and Noblet, 1999; Rinaldo et al., 2000) ซึ่งอาจมีผลกระทบต่อสมรรถภาพทางการสืบพันธุ์เช่นกัน ควรจะได้มีการศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมภายในโรงเรือน เช่น อุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุดในแต่ละวัน ปริมาณฝุ่นและการระบายอากาศสัมพันธ์กับฤดูกาลต่อสมรรถภาพทางการสืบพันธุ์สุกร

ปัจจัยอื่นๆ ที่มีส่วนเสริมผลของฤดูกาลต่อสมรรถภาพทางการสืบพันธุ์ในแม่สุกร

มีปัจจัยอีกหลายประการที่ควรคำนึงถึงในการศึกษาความรุนแรงของอิทธิพลของฤดูกาลต่อสมรรถภาพทางการสืบพันธุ์ ปัจจัยเหล่านี้ประกอบด้วยลำดับครอกโรงเรือน การกินอาหารและอิทธิพลของพ่อสุกร (Hurtgen and Leman, 1980; Martinat-Botte et al., 1984; Clause and Weiler, 1985; Love et al., 1995; Prunier et al., 1996; Tummaruk et al., 2000^b) สุกรท้องแรกจะได้รับผลกระทบจากฤดูกาลมากกว่าสุกรนางโดยจะเห็นได้จาก WSI ที่นานขึ้น (รูปที่ 2) และการลดลงของอัตราเข้าคลอด (Hurtgen and Leman, 1980; Tummaruk et al., 2000^b) Martinat-Botte et al. (1984) รายงานว่าโรงเรือนแบบปิดดีกว่าโรงเรือนแบบเปิดในช่วงฤดูร้อนเนื่องจากควบคุมอุณหภูมิภายในได้ดีกว่าแต่อย่างไรก็ตามผลกระทบของฤดูกาลพบได้ทั้งในการเลี้ยงแบบขังชองเดี่ยวและเลี้ยงแบบรวม (grouped-housed) (Hurtgen and Leman, 1980) ในกรณีถ้าสุกรกินได้มาก ในช่วงอุ้มท้องจะช่วยลดผลเสียที่เกิดจากฤดูร้อนได้ในกลุ่มที่เลี้ยง

แบบชองเดี่ยว ในขณะที่ทำไม่ได้ในกลุ่มที่เลี้ยงแบบรวมฝูง (Love et al., 1995) ในสุกรที่กินได้น้อยในช่วง 4 สัปดาห์หลังผสมในฤดูร้อนจะทำให้อัตราการผสมติดและอัตราการเข้าคลอดต่ำลง (Love et al., 1995) การเป็นสัดช้าหลังหย่านมส่วนหนึ่งอาจเกิดจากการกินอาหารลดลงในช่วงฤดูร้อนในสุกรเลี้ยงลูก ซึ่งจะมีผลให้แม่สุกรเลี้ยงลูกสูญเสียน้ำหนักมาก (Prunier et al., 1994) การจัดการฝูงก็มีผลต่ออิทธิพลของฤดูกาลเช่นกัน Martinat-Botte et al. (1984) พบว่าความรุนแรงของอิทธิพลของฤดูกาลมีไม่เท่ากันในแต่ละฝูง Hennessy and Williamson (1984) ได้แสดงให้เห็นว่าการลดปัจจัยต่างๆ ที่ทำให้เกิดความเครียดในฝูงสามารถช่วยเพิ่มอัตราเข้าคลอดที่ต่ำในช่วงฤดูร้อนขึ้นมาได้

นอกจากนี้ยังพบว่าฤดูกาลมีผลต่อความสมบูรณ์พันธุ์ของพ่อสุกรด้วย (Hughes et al., 1990) พ่อสุกรที่สัมผัสกับช่วงวันที่มีความยาวแสงสั้นจะมีความกำหนดสูง มีความเข้มข้นของฮอร์โมนเทสโทสเตอโรนในกระแสเลือดสูง มีจำนวนอสุจิมากกว่าและคุณภาพของอสุจิตีดีกว่าเมื่อเทียบกับพ่อสุกรที่สัมผัสกับช่วงวันที่มีความยาวของแสงมาก (Clause and Weiler, 1985; Andersson et al., 1998) ผลกระทบของฤดูกาลต่อพ่อสุกรอาจส่งผลโดยอ้อมต่อสมรรถภาพทางการสืบพันธุ์ของแม่สุกรได้ เช่น อัตราการผสมติด หรือขนาดครอกเป็นต้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งจากการผสมธรรมชาติไม่ได้ใช้กระบวนการผสมเทียมซึ่งอาจจะไม่ได้มีการตรวจคุณภาพน้ำเชื้อทุกครั้งที่ผสม

แนวทางในการลดความสูญเสียสมรรถภาพทางการสืบพันธุ์ในแม่สุกรในฤดูร้อน

ปัญหาสำคัญในสุกรสาวช่วงฤดูร้อน คือ การเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์ช้าลงและไม่แสดงการเป็นสัด วิธีแก้ปัญหานี้หรือลดความสูญเสียควรเน้นที่ 2 ประการประการแรก คือ การเพิ่มการกินอาหารของสุกรสาวในช่วงเจริญเติบโต และช่วงกำลังเข้าวัยเจริญพันธุ์ (Almeida

et al., 2000; Klindt et al., 2001) Rinaldo et al. (2000) รายงานว่าอัตราการเจริญเติบโตของสุกรช่วงอายุ 15-90 กิโลกรัม อยู่ในระดับต่ำในฤดูร้อน และสรุปว่าการที่สุกรกินอาหารลดลงเป็นสาเหตุหลักที่ทำให้สุกรโตช้า Tummaruk et al. (2000^a, 2001) พบว่าสุกรสาวที่โตช้าจะมีสมรรถภาพทางการสืบพันธุ์ต่ำเมื่อเป็นแม่สุกร การเพิ่มการกินอาหารของสุกรอาจทำได้โดยการลดอุณหภูมิในโรงเรือน ลดความหนาแน่น และเพิ่มการระบายอากาศ ประการที่สองคือการกระตุ้นการเป็นสัดในสุกรสาวโดย การเพิ่มความถี่และระยะเวลาในการสัมผัสกับพ่อสุกร และใช้พ่อสุกรที่มีความกำหนัดสูง มีอายุไม่ต่ำกว่า 1 ปี การเหนี่ยวนำให้เกิดความเครียดชั่วคราวโดยการขนย้าย หรือการฉีดฮอร์โมน PMSG + eCG ซึ่งอาจจำเป็นต้องทำในกรณีที่มีการจัดการอื่นใช้ไม่ได้ผล นอกจากนี้การเพิ่มปริมาณสุกรสาวเพื่อทดแทนเป็นแนวทางที่ควรทำเพื่อให้ได้ปริมาณสุกรสาวทดแทนเพียงพอต่อการผสมพันธุ์ในฤดูร้อน (เผด็จ และคณะ, 2001)

แม่สุกรท้องแรกจะได้รับผลกระทบจากฤดูกาลมากที่สุด มีวิธีการหลายอย่างที่ใช้ในการลดความสูญเสีย เช่น การใช้ระบบน้ำหยดเพื่อลดอุณหภูมิในสุกรอุมท้อง และเลี้ยงลูก การเพิ่มการระบายอากาศ การปรับเวลาการให้อาหารในช่วงที่อากาศเย็น ตลอดจนปรับเวลาผสมในช่วงที่อากาศเย็น Pena et al. (1998) ได้ทดลองลดความสูญเสียในช่วงฤดูร้อนโดยการเติมฮอร์โมนออกซิโตซิน 4 IU ลงในน้ำเชื้อแต่ละตัวก่อนผสมปรากฏว่าอัตราเข้าคลอดสูงขึ้นจากร้อยละ 54 เป็นร้อยละ 77 ผู้ทดลองสรุปว่าวิธีการนี้เป็นวิธีที่ง่ายและช่วยเพิ่มอัตราการเข้าคลอดในช่วงฤดูร้อนสำหรับฟาร์มที่มีการจัดการไม่ดี

และไม่มีพ่อสุกรกระตุ้นขณะผสมพันธุ์ อย่างไรก็ตามการใช้พ่อกระตุ้นขณะผสมพันธุ์จะทำให้แม่สุกรหลังออกซิโตซินจากต่อมใต้สมองได้เช่นเดียวกัน (Langendijk et al., 2001) Pena et al. (2001) ทดลองฉีด D-Cloprostenol (PGF_{2-α} analogue) เมื่อหย่านม และเมื่อผสมพันธุ์ ในช่วงฤดูร้อนพบว่าแม่สุกรกลุ่มที่ฉีด PGF_{2-α} แสดงการเป็นสัดภายใน 7 วันหลังหย่านม สูงกว่ากลุ่มที่ไม่ฉีดถึง 28% แต่พบว่าอัตราเข้าคลอดและขนาดครอกไม่แตกต่างกัน อย่างไรก็ตามการใช้พ่อสุกรกระตุ้นแม่สุกรถี่ขึ้นในช่วงฤดูร้อนและมีพ่อสุกรกระตุ้นเสมอขณะผสมพันธุ์ เป็นวิธีที่ควรปฏิบัติเป็นอันดับแรก (Langendijk et al., 2000)

สรุป

ผลกระทบของฤดูกาลต่อสมรรถภาพทางการสืบพันธุ์พบได้ในหลายลักษณะทั้งในสุกรสาวและแม่สุกร เช่น การเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์ช้า WSI ยาว การกลับสัดหลังผสมสูง อัตราการผสมติดลดลง อัตราการเข้าคลอดลดลง และบางครั้งพบว่ามีการลดลงของขนาดครอกและมีอุบัติการณ์ของการแท้งเพิ่มขึ้น ทั้งอุณหภูมิและแสงสว่างในแต่ละฤดูอาจเป็นสาเหตุของเหตุการณ์เหล่านี้ ผลกระทบของฤดูกาลพบได้ทั้งในดอนเหนือของทวีปยุโรปและในประเทศเขตร้อนเช่นประเทศไทย ผลผลิตที่แตกต่างกันของสุกรในประเทศเขตนาว และประเทศเขตร้อนส่วนหนึ่งอาจมีส่วนเกี่ยวข้องกับ ฤดูกาลและสภาพภูมิอากาศ การศึกษาเพื่อช่วยลดปัจจัยที่เกิดจากสิ่งแวดล้อมเหล่านี้เพื่อเพิ่มผลผลิตของสุกรในประเทศเขตร้อนเป็นเรื่องที่ควรให้ความสนใจอย่างยิ่ง

เอกสารอ้างอิง

- เผด็จ ธรรมรักษ์ วิชัย ทันทศุภารักษ์ มงคล เตชะกำพุ และอรณพ คุณาวงษ์กฤต. 2001 (2544). ปัจจัยที่มีกระทบต่อการเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์ของ สุกรสาว และหลักการเพิ่มประสิทธิภาพการผสม พันธุ์สุกรสาวทดแทน. *เวชสารสัตวแพทย์* 31 (4): 13-22.
- เผด็จ ธรรมรักษ์ วิชัย ทันทศุภารักษ์ มงคล เตชะกำพุ และอรณพ คุณาวงษ์กฤต. 2002 (2545) ระยะ หย่านมถึงผสม: นัยสำคัญต่อประสิทธิภาพทาง การสืบพันธุ์ในแม่สุกรและแนวทางในการเพิ่ม ประสิทธิภาพการผสมพันธุ์ในแม่สุกรหลังหย่านม. *เวชสารสัตวแพทย์* 32 (2): 13-21.
- Almeida, F.R.C.L., Kirkwood, R.N., Aherne, F.X. and Foxcroft, G.R. 2000. Consequences of different patterns of feed intake during the oestrus cycle in gilts on subsequent fertility. *J. Anim. Sci.* 78: 1556-1563.
- Andersson, H. 2000. Photoperiodism in pigs. Studies on timing of male puberty and melatonin. Doctoral thesis. Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala, Sweden. 1-46.
- Andersson, H., Wallgren, M., Rydhmer, L., Lundstrom, K., Andersson, K. and Forsberg, M. 1998. Photoperiodic effects on pubertal maturation of spermatogenesis, pituitary responsiveness to exogenous GnRH, and expression of boar taint in crossbred boars. *Anim. Reprod. Sci.* 54: 121-137.
- Bassett, J.M., Bray, C.J. and Sharpe, C.E. 2001. Reproductive seasonality in domestic sows kept outdoors without boars. *Reproduction*. 12: 613-629.
- Berger, T., Mahone, J.P., Svoboda, G.S., Metz, K.W. and Clegg, E.D. 1980. Sexual maturation of boars and growth of swine exposed to extended photoperiod during decreasing natural photoperiod. *J. Anim. Sci.* 51: 672-678.
- Bollinger, A.L., Wilson, M.E., Pusateri, A.E., Green, M.L., Martin, T.G. and Diekman, M.A. 1997. Lack of a nocturnal rise in serum concentrations of melatonin as gilts attain puberty. *J. Anim. Sci.* 75: 1885-1892.
- Claus, R. and Weiler, U. 1985. Influence of light and photoperiodicity on pig prolificacy. *J. Reprod. Fertil., Suppl.* 33: 185-197.
- Diekman, M.A., Brandt, K.E., Green, M.L., Clapper, J.A. and Malayer, J.R. 1992. Lack of nocturnal rise of serum melatonin in prepubertal gilts. *Domest. Anim. Endocrinol.* 9: 161-167.
- Diekman, M.A., Clapper, J.A., Green, M.L. and Stouffer, D.K. 1991. Reduction in age of puberty in gilts consuming melatonin during decreasing or increasing daylength. *J. Anim. Sci.* 69: 2524-2531.
- Diekman, M.A., Green, M.L., Clapper, J.A. and Pusateri, A.E. 1994. Environment and reproduction. In: *Principles of Pig Science* D.J.A. Cole, J. Wiseman and M.A. Varley. (eds.) Nottingham : Nottingham University Press. 319-329.
- Dominguez, J.C., Pena, F.J., Anel, L. and Carbajo, M. 1996. Swine summer infertility syndrome in north west Spain. *Vet. Rec.* 139: 93-94.
- Flowers, B., Cantley, T.C., Martin, M.J. and Day, B.N. 1989. Effect of elevated ambient

- temperatures on puberty in gilts. *J. Anim. Sci.* 67: 779-784.
- Green, M.L., Clapper, J.A., Andres, C.J. and Diekman, M.A. 1996. Serum concentrations of melatonin in prepubertal gilts exposed to either constant or stepwise biweekly alteration in scotophase. *Domest. Anim. Endocrinol.* 13: 307-23.
- Griffith, M.K. and Minton, J.E. 1992. Effect of light intensity on circadian profile of melatonin, prolactin, ACTH, and cortisol in pigs. *J. Anim. Sci.* 70: 492-498.
- Hennessy, D.P. and Williamson P.E. 1984. Stress and summer infertility in pigs. *Aust. Vet. J.* 61: 212-215.
- Hughes, P.E., Pearce, G.P. and Paterson, A.M. 1990. Mechanisms mediating the stimulatory effects of the boar on gilt reproduction. *J. Reprod. Fertil., Suppl.* 40: 323-341.
- Hurtgen, J.P. and Leman, A.D. 1980. Seasonal influence on the fertility of sows and gilts. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 177: 631-635.
- Kermabon, A.-Y., Prunier, A., Djiane, J. and Salesse, R. 1995. Gonadotropins in lactating sows exposed to long or short days during pregnancy and lactation: Serum concentrations and ovarian receptions. *Biol. Reprod.* 53: 1095-1102.
- Klindt, J., Yen, J.T. and Christenson, R.K. 2001. Effect of prepubertal feeding regimen on reproductive development and performance of gilts through the first pregnancy. *J. Anim. Sci.* 79: 787-795.
- Klupiec, C., Evans, G., Love, R.J. and Kennaway, D.J. 1997. Clarifying plasma melatonin profiles in domestic pigs: a critical and comparative evaluation of two radioimmunoassay systems. *J. Pineal Res.* 22: 65-74.
- Koketsu, Y. and Dial, G.D. 1997. Factors influencing the post weaning reproductive performance of sows on commercial farms. *Theriogenology* 47: 1445-1461.
- Langendijk, P., Bouwman, E.G., Schams, D., Soede, N.M. and Kemp, B. 2001. Effects of different sexual stimuli on oxytocin release, uterine activity and receptive behaviour in oestrous sows. (PhD thesis). University of Wageningen, The Netherlands. 91-109.
- Langendijk, P., Soede, N.M. and Kemp, B. 2000. Effect of boar contact and housing conditions on estrus expression in weaned sows. *J. Anim. Sci.* 78: 871-878.
- Love, R.J., Evans, G. and Klupiec, C. 1993. Seasonal effects on fertility in gilts and sows. *J. Reprod. Fertil., Suppl.* 48: 191-206.
- Love, R.J., Klupiec, C., Thornton, E.J. and Evans, G. 1995. An interaction between feeding rate and season affects fertility of sows. *Anim. Reprod. Sci.* 39: 275-284.
- Mabry, J.W., Cunningham, F.L., Kraeling, R.R. and Rampacek, G.B. 1982. The effect of artificially extended photoperiod during lactation on maternal performance of the sow. *J. Anim. Sci.* 54: 918-921.
- Malpau, B., Viguié, C., Skinner, D.C., Thiéry, J.C., Pelletier, J. and Chemineau, P. 1996. Seasonal

- breeding in sheep: Mechanism of action of melatonin. *Anim. Reprod. Sci.* 42: 109-117.
- Martinat-Butte, F., Dagorn, J., Terqui, M. and Dando, P. 1984. Effect of confinement, climatic conditions and litter parity on the seasonal variations of the fertility rate and prolificacy. *Ann. Rech. Vet.* 15: 165-172.
- Mauget, R., 1982. Seasonality of reproduction in the wild boar. In: Cole, D.J.A., Foxcroft, G.R. (Eds.) *Control of Pig Reproduction*. London : Butterworths Press. 509-526.
- McGlone, J.J., Stansbury, W.F., Tribble, L.F. and Morrow, J.L. 1988. Photoperiod and heat stress influence on lactating sow performance and photoperiod effects on nursery pig performance. *J. Anim. Sci.* 66: 1915-1919.
- Ntunde, B.N., Hacker, R.R. and King, G.J. 1979. Influence of photoperiod on growth, puberty and plasma LH levels in gilts. *J. Anim. Sci.* 48: 1401-1406.
- Omtvedt, I.T., Nelson, R.E., Edwards, R.L. Stephens, D.F. and Turman, E.J. 1971. Influence of heat stress during early, mid and late pregnancy of gilts. *J. Anim. Sci.* 32: 312-317.
- Paterson, A.M. and Foldes, A. 1994. Melatonin and farm animals: endogenous rhythms and exogenous applications. *J. Pineal Res.* 16: 167-177.
- Paterson, A.M. and Pearce, G.P. 1990. Attainment of puberty in domestic gilts reared under long-day or short-day artificial light regimens. *Anim. Reprod. Sci.* 23: 135-144.
- Paterson, A.M., Maxwell, C.A. and Foldes, A. 1992. Seasonal inhibition of puberty in domestic gilts is overcome by melatonin administered orally, but not by implant. *J. Reprod. Fertil.* 94: 97-105.
- Peltoniemi, O.A.T., Heinonen, M., Leppävuori, A. and Love, R.J. 1999^a. Seasonal effects on reproduction in the domestic sow in Finland-A herd record study. *Acta Vet. Scand.* 40: 133-144.
- Peltoniemi, O.A.T., Love, R.J., Heinonen, M., Tuovinen, V. and Saloniemi, H. 1999^b. Seasonal and management effects on fertility of the sow: a descriptive study. *Anim. Reprod. Sci.* 55: 47-61.
- Pena, F.J., Dominguez, J.C., Carbajo, M., Anel, L. and Alegre, B. 1998. Treatment of swine summer infertility syndrome by means of oxytocin under field conditions. *Theriogenology* 49: 829-836.
- Pena, F.J., Gil, M.C. and Pena, F. 2001. Effect of vulvomucosal injection of D-Cloprostenol at weaning and at insemination on reproductive performance of sows during the low fertility summer season under field conditions. *Anim. Reprod. Sci.* 68: 77-83.
- Prunier, A., Dourmad, J.Y. and Etienne, M. 1994. Effect of light regimen under various ambient temperatures on sow and litter performance. *J. Anim. Sci.* 72: 1461-1466.
- Prunier, A., Quesnel, H., de Braganca, M.M. and Kermabon, A.Y. 1996. Environmental and seasonal influences on the return-to-oestrus after weaning in primiparous sows: a review. *Livest. Prod. Sci.* 45: 103-110.
- Quiniou and Noblet, 1999. Influence of high ambient temperatures on performance of

- multiparous lactating sows. J. Anim. Sci. 77: 2124-2134.
- Rinaldo, D., Le Dividich, J. and Noblet, J. 2000. Adverse effects of tropical climate on voluntary feed intake and performance of growing pigs. Livest. Prod. Sci. 66: 223-234.
- Stevenson, J.S., Pollmann, D.S., Davis, D.L. and Murphy, J.P. 1983. Influence of supplemental light on sow performance during and after lactation. J. Anim. Sci. 56: 1282-1286.
- Tanaka, T., Ito, K., Tanida, H. and Yoshimoto, T. 1997. Effects of photoperiods on the reproductive performance of sows. Anim. Sci. Technol. (Jpn) 68: 1052-1056.
- Tantasuparuk, W., Lundeheim, N., Dalin, A.-M., Kunavongkrit, A. and Einarsson, S. 2000. Reproductive performance of purebred Landrace and Yorkshire sows in Thailand with special reference to seasonal influence and parity number. Theriogenology 54: 481-496.
- Tast, A., Hälli, O., Ahlström, S., Andersson, H., Love, R.J. and Peltoniemi, O.A.T. 2001^a. Seasonal alterations in circadian melatonin rhythms of the European wild boar and domestic gilt. J. Pineal Res. 30: 43-49.
- Tast, A., Love, R.J., Evans, G., Andersson, H., Peltoniemi, O.A.T. and Kennaway, D.J. 2001^b. The photophase light intensity does not affect the scotophase melatonin response in the domestic pig. Anim. Reprod. Sci. 65: 283-290.
- Tummaruk, P., Lundeheim, N., Einarsson, S. and Dalin, A.-M. 2000^a. Factors influencing age at first mating in purebred Swedish Landrace and Swedish Yorkshire gilts. Anim. Reprod. Sci. 63: 241-253.
- Tummaruk, P., Lundeheim, N., Einarsson, S. and Dalin, A.-M. 2000^b. Reproductive performance of purebred Swedish Landrace and Swedish Yorkshire sows: I. Seasonal variation and parity influence. Acta Agric. Scand., Sect. A, Animal Sci. 50: 205-216.
- Tummaruk, P., Lundeheim, N., Einarsson, S. and Dalin, A.-M. 2001. Influence of birth litter size, birth parity number, growth rate, backfat thickness and age at first mating of gilts on their reproductive performance as sows. Anim. Reprod. Sci. 66: 225-237.
- Wetteman, R.P. and Bazer, F.W. 1985. Influence of environmental temperature on prolificacy of pigs. J. Reprod. Fertil., Suppl. 33: 199-208.
- Wildt, D.E., Riegler, G.D. and Dukelow, W.R. 1975. Physiological temperature response and embryonic mortality in stressed swine. Am. J. Physiol. 229, 1471-1475.