

ผลของอุณหภูมิต่อขนาดครอกและอัตราการตายของสุกรแรกเกิด
Effect of temperature on litter size and mortality rate of pig let

ลออรัตน์ กาละจุม

Laoorat Kalachum

ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

บทคัดย่อ

สัมมนาฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาสรุปที่เกี่ยวกับช่วงเวลาที่อุณหภูมิมีผลกระทบต่อขนาดครอก การตาย และการผสมติดของสุกร โดยรวบรวมข้อมูลจากงานวิจัยจำนวน 3 ฉบับ ที่ได้เก็บรวบรวมข้อมูลอุณหภูมิและความชื้นทางอากาศ ต่อเนื่องหลายปี เพื่อศึกษาผลกระทบต่อการผลิตสุกรซึ่งพบว่าขนาดครอกลดลง เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น โดยเฉพาะเมื่ออุณหภูมิสูงสุดในวันผสมมากกว่า 25°C และสุกรสาวท้องแรกมีผลกระทบมากกว่าสุกรนาง ในขณะที่การตายแรกคลอดมากขึ้นตามอุณหภูมิ ณ วันผสม หรืออุณหภูมิสูงสุด 15 วันหลังผสม โดยสุกรสาวมีผลกระทบน้อยกว่าสุกรนางที่อายุมาก ส่วนการผสมติดซึ่งพิจารณาจากเปอร์เซ็นต์การกลับสัดอีกครั้งหลังผสมครั้งแรก พบว่าเมื่ออุณหภูมิสูงสุด 15 วันหลังผสม สูงขึ้นสุกรสาวมีการกลับมาเป็นสัดอีกครั้งมากกว่าสุกรนาง ทั้งนี้เพราะสุกรสาวมีฮอร์โมนที่ยังทำงานไม่เต็มที่จึงมีความสามารถในการรักษาการตั้งท้องได้น้อยกว่าสุกรนาง ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าอุณหภูมิในช่วงการผสมพันธุ์มีผลต่อขนาดครอก การตายของลูกสุกรแรกเกิด และการผสมติด

คำสำคัญ : อุณหภูมิ ขนาดครอก อัตราการตาย สุกร

บทนำ

สุกรเป็นสัตว์เศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทยและมีการผลิตเพิ่มขึ้นทุกปี โดยในปี 2558 มีจำนวนสุกร 9,886,897 ตัว และเพิ่มขึ้นเป็น 10,191,786 ตัว ในปี 2560 (กลุ่มสารสนเทศและข้อมูลสถิติ ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร กรมปศุสัตว์) สมรรถภาพในการผลิต (การเจริญเติบโต และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว) และการสืบพันธุ์เป็นประเด็นที่มีความสำคัญต่อความสำเร็จของการผลิตสุกร โดยสมรรถภาพการสืบพันธุ์ที่สำคัญได้แก่ อัตราการผสมติด ขนาดครอก รวมถึงจำนวนลูกแรกเกิดที่มีชีวิตและการตายของลูกแรกเกิด ซึ่งปัจจัยที่มีผลต่อความสมบูรณ์พันธุ์ได้แก่ พันธุกรรม อาหาร และสภาพอากาศ ซึ่งรวมถึงอุณหภูมิ ความชื้น ความเร็วลม โดยเฉพาะอย่างยิ่งอุณหภูมิ ซึ่งทราบโดยทั่วไปว่ามีผลลบต่อสมรรถภาพการผลิตของสุกร โดย Pearce et al. (2013) พบว่าเมื่อสุกรอยู่ในสภาพที่อุณหภูมิ 35°C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง หรืออยู่ในสภาพเครียดจากความร้อน ระบบภูมิคุ้มกันในตัวจะถูกรบกวนและเปิดโอกาสให้เชื้อแบคทีเรียก่อโรคเข้าสู่ร่างกายได้ง่ายขึ้น โดยสุกรขนาดใหญ่มีแนวโน้มที่จะเกิดความเครียดจากความร้อนมากกว่าสุกรที่มีขนาดเล็ก ซึ่งในสุกรที่มีน้ำหนัก 75 กิโลกรัม เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นจาก 14 °C เป็น 35°C อัตราการเจริญเติบโตเริ่มลดลง ในขณะที่สุกร 25 กิโลกรัม เมื่ออุณหภูมิสูงกว่า 23°C อัตราการเจริญเติบโตเริ่มลดลงเมื่ออุณหภูมิสูงกว่า 27°C (Figure 1) ซึ่งความเครียดเนื่องจากความร้อนสุกรจะเริ่มเมื่ออุณหภูมิ 28°C และความชื้น 30% หรือเมื่อดัชนีอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ (Temperature Humidity index ; THI) ตั้งแต่ 72 เป็นต้นไป จะส่งผลให้สุกรหายใจจะเร็วขึ้น (หอบ) เพื่อระบายความร้อนออกจากร่างกายส่งผลให้ปริมาณการกินอาหาร อัตราการเจริญเติบโต และประสิทธิภาพการสืบพันธุ์ลดลง (Figure 2)

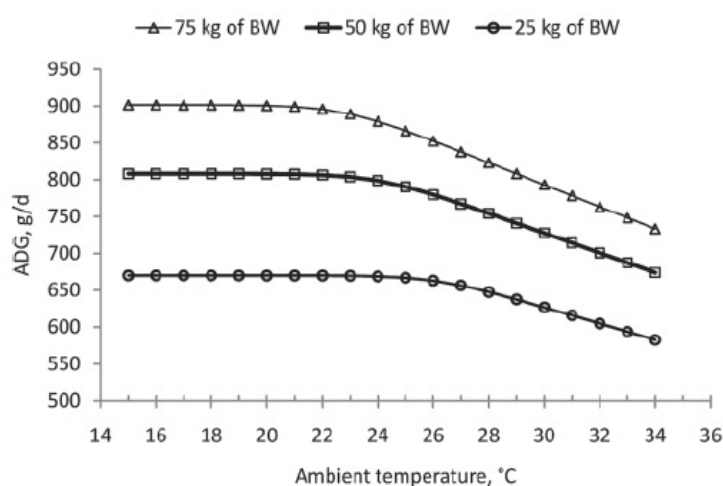


Figure 1 Effect of ambient temperature on the average daily gain of grower-finisher pigs.

ที่มา : Pearce et al. (2013)

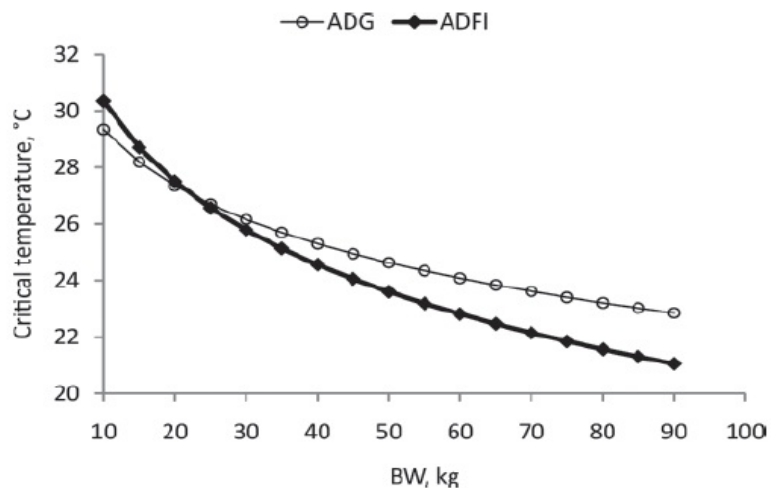


Figure 2 Pig body weight has a significant effect on the critical temperature for average daily feed intake (ADFI) and average daily gain (ADG).

ที่มา : Pearce et al. (2013)

Temp		Relative Humidity (%)																		
F	C	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100			
77	25.0						72	72	73	73	74	74	75	75	76	76	77	77	MILD	
78	25.6	NO STRESS					72	73	73	74	74	75	75	76	76	77	77	77	STRESS	
79	26.1				72	76	73	74	74	75	76	76	77	77	78	78	79			
80	26.7		72	72	73	76	74	74	75	76	76	77	78	78	79	79	80			
81	27.2	72	72	73	73	74	75	75	76	77	77	78	78	79	80	80	81			
82	27.8	72	73	73	74	75	75	76	77	77	78	79	79	80	81	81	82			
83	28.3	73	73	74	74	75	76	77	78	78	79	80	80	81	82	82	83	SEVERE		
84	28.9	73	74	75	75	76	77	78	78	79	80	80	81	82	83	83	84	STRESS		
85	29.4	74	75	75	76	77	78	79	79	80	81	81	82	83	84	84	85			
86	30.0	74	75	76	77	78	78	79	80	81	81	82	83	84	84	85	86			
87	30.6	75	76	77	77	78	79	80	81	81	82	83	86	85	85	86	87			
88	31.1	75	76	77	78	79	80	81	81	82	83	84	85	86	86	87	88			
89	31.7	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	86	87	88	89	89			
90	32.2	77	78	79	79	80	81	82	83	84	85	86	86	87	88	89	90			
91	32.8	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	86	87	88	89	90	91			
92	33.3	78	79	80	81	82	83	84	85	85	86	87	88	89	90	91	92			
93	33.9	79	80	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	VERY		
94	34.4	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	SEVERE		
95	35.0	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	STRESS		
96	35.6	80	81	82	83	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96			
97	36.1	81	82	83	84	85	86	87	88	89	91	92	93	94	95	96	97			
98	36.7	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	93	94	95	96	97	98			
99	37.2	82	83	84	85	87	88	89	90	91	92	93	94	96	97	98	99			
100	37.8	83	84	85	86	87	88	90	91	92	93	94	95	97	98	99	100			
101	38.3	83	86	86	87	88	89	90	92	93	96	95	96	97	99	100	101			
102	38.9	86	85	86	87	89	90	91	92	96	95	96	97	96	99	101	102			
103	39.4	86	86	87	88	89	91	92	94	95	96	97	98	100	101	102	103			
104	40.0	85	86	88	88	90	91	93	94	95	96	97	99	100	101	103	104			
105	40.6	86	87	88	89	91	92	93	96	96	97	98	99	100	101	104	105	DEAD		
106	41.1	86	88	89	90	91	93	94	95	97	98	99	101	102	103	105	106	pig		
107	41.7	87	88	89	91	92	94	95	96	98	99	101	102	103	105	106	107			
108	42.2	87	89	90	92	93	94	96	97	98	100	101	102	104	105	106	108			
109	42.8	88	89	91	92	94	95	96	98	99	101	102	103	105	106	107	109			
110	43.3	88	90	91	92	94	96	97	98	100	101	102	104	105	106	108	110			
111	43.9	89	91	93	94	95	96	98	99	101	102	103	105	106	107	109	111			

Figure 3 The graph shows the effect of temperature and humidity on heat stress.

อย่างไรก็ตามอุณหภูมิในช่วงเวลาใดของระยะการผสมพันธุ์มีผลเสียมากที่สุดต่อสมรรถภาพการสืบพันธุ์ยังไม่มีข้อสรุปที่ชัดเจน ดังนั้นสมมติฐานนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อหาข้อสรุปเกี่ยวกับช่วงเวลาที่มีผลกระทบมากที่สุดต่ออัตราการคลอดและการตายของสุกรแรกเกิด

Litter size

Wegner et al. (2014) ได้ทำการศึกษาผลของฤดูกาลต่อประสิทธิภาพการสืบพันธุ์ของแม่สุกรในฟาร์ม 6 แห่ง ในเมืองแซกโซนีประเทศเยอรมนีมีขนาดฝูงตั้งแต่ 228 ถึง 1116 แม่สุกรเกิดจากการผสมพันธุ์สี่ครั้ง ได้แก่ BHZP (Ellringen, Germany), Hermitage เยอรมนี (Golzow, เยอรมัน), Danzucht (DanAvl, Copenhagen, Danmark) และ PIC Germany (Schleswig, Germany) เก็บข้อมูลอุณหภูมิอากาศและความชื้นสัมพัทธ์โดยใช้เครื่องบันทึกข้อมูล (Tinytag Plus 2, TPG-4500; Gemini Data Loggers, Chichester, UK) ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม 2011 ถึงสิงหาคม 2012 ซึ่งฤดูร้อนมีอุณหภูมิเฉลี่ย 23.5-23.8°C ฤดูใบไม้ร่วงอุณหภูมิเฉลี่ย 20.5-22°C และฤดูใบไม้ผลิฤดูหนาวมีอุณหภูมิเฉลี่ย 20.8-22.3°C และ 18.7-22.3°C (Table 1) พบว่ากลุ่มของฤดูร้อนและฤดูใบไม้ร่วงจำนวนลูกต่อครอกต่ำกว่ากลุ่มฤดูใบไม้ผลิและฤดูหนาว (Figure 4) จำนวนลูกสุกรทั้งหมดเพิ่มขึ้นสูงสุดในลำดับท้องที่ 2-4 และลดลงในสุกรท้องที่ 5 ขึ้นไป ($P<0.01$) ในขณะที่ฤดูใบไม้ผลิสุกรสาวและสุกรนางท้องที่ 4 ขึ้นไปมีจำนวนลูกต่อครอกต่ำที่สุด

จำนวนลูกสุกรหย่านมสูงสุดในสุกรสาว 12.2 ตัว/ครอก และลดลง 11.0 ตัว/ครอก ในสุกรนางท้องที่ 5 ขึ้นไป ($P<0.001$) ซึ่งจำนวนลูกสุกรหย่านมลดลงในสุกรสาวมีจำนวนลูกสุกรน้อยกว่าสุกรนาง 4 ตัว/ครอก การตายก่อนหย่านมคงที่ทุกฤดูกาลและในฤดูใบไม้ผลิและฤดูใบไม้ร่วงสุกรนางมีอัตราการตายก่อนหย่านมต่ำที่สุด

นอกจากนี้ยังมีการทดลองของ Bloemhof et al. (2014) ทำการศึกษาระยะเวลาที่มีผลกระทบต่ออัตราการคลอดได้ข้อมูลแม่สุกรทั้งหมด 5024 แม่ 16 ฟาร์มในสเปนและโปรตุเกสสายพันธุ์ดัตช์แท้, สายพันธุ์ดัตช์, สายยอร์กเชอร์ เก็บข้อมูลแม่สุกรในแต่ละวันตั้งแต่ 28 วันก่อนวันที่มีการผสมเทียมครั้งแรกจนถึง 108 วันหลังจากการผสมเทียมครั้งแรก อุณหภูมิสูงสุดที่เกิดและอุณหภูมิต่ำสุดต่อวันจนกระทั่งถึงวันคลอดแล้วนำไปคำนวณช่วงอุณหภูมิรายวันสำหรับแต่ละวันเพื่อหาค่าภาวะความร้อน ระยะเวลาดูแลตั้งแต่เดือนมกราคม 2546 จนถึงเดือนธันวาคม 2553 พบว่าเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นมากกว่า 25°C ทำให้จำนวนลูกต่อครอกต่ำโดยเฉพาะในสุกรสาวจะให้ผลผลิตต่ำกว่าสุกรนาง ความแตกต่างระหว่างสุกรสาวและสุกรนางลักษณะการสืบพันธุ์ ความยาวของการตั้งครรภ์ระหว่างสุกรสาวและสุกรนางไม่มีความแตกต่างกัน ($P<0.01$) อัตราการคลอดเฉลี่ยของสุกรนางสูงกว่าอัตราการคลอดของสุกรสาว การผสมเทียมครั้งแรกส่งผลให้เกิดการคลอดในสุกรนาง 87% ในขณะที่สุกรสาว 79% ค่าเฉลี่ยขนาดครอกของสุกรนาง (12.2 ตัว) มีขนาดครอกมากกว่าสุกรสาว 1 ตัว สุกรสาว (11.3 ตัว) การตอบสนองต่ออุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นของสุกรสาวและสุกรนางมีความแตกต่างกันในด้านอัตราการคลอดและขนาดครอกที่อุณหภูมิสูงสุดในวันผสม อัตราการคลอดของสุกรสาวลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) อัตราการคลอดลูกสุกรแสดงในสุกรสาวมากกว่าสุกรนาง จากการบันทึกการผสมเทียม

มากกว่า 25 ครั้ง ต่อบุณหภูมิตั้งแต่ 5°C-35°C แสดงให้เห็นว่าประสิทธิภาพการสืบพันธุ์ของสุกรสาวมีการเปลี่ยนแปลงมากกว่าสุกรนาง ขนาดครอกที่เกิดจากสุกรนางมีมากกว่าสุกรสาว (Figure 5)

ทั้งสองการทดลองไม่มีความแตกต่างกันขนาดครอกที่ลดลงเกิดขึ้นเมื่ออุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้น ซึ่งท้องที่ 2 ของสุกรสาวและสุกรนางท้องที่ 5 ขึ้นไปมีผลต่อขนาดครอกรวมถึงอุณหภูมิที่สูงช่วงเวลาระหว่าง 7 วันก่อนหน้าและ 12 วันหลังการผสมส่งผลให้การผสมติดลดลงและเกิดสภาวะเครียดก่อนคลอด

Table 1 Temperature and relative humidity in the experiment of Wegner et al. (2014)

	Season	Temperature (°C)		Humidity(%RH)	THI	
		Mean	Maximum	Mean	Mean	Maximum
Farrowing unit	Winter	21.1	26.1	62	66	74
	Spring	22.3	31.2	60	67	80
	Summer	23.8	34.0	66	69	87
	Autumn	22.0	30.0	66	67	78
Servicing unit	Winter	20.4	24.4	75	64	72
	Spring	21.8	30.2	68	66	80
	Summer	23.6	33.3	68	68	84
	Autumn	21.3	29.2	73	65	76
Waiting unit	Winter	18.7	23.0	76	63	71
	Spring	20.8	31.1	69	65	79
	Summer	23.5	34.6	70	68	84
	Autumn	20.5	30.1	72	65	78
Outdoors	Winter	2.7	13.9	88	47	57
	Spring	10.1	30.5	76	54	81
	Summer	16.7	37.0	79	61	93
	Autumn	10.2	28.9	87	54	78

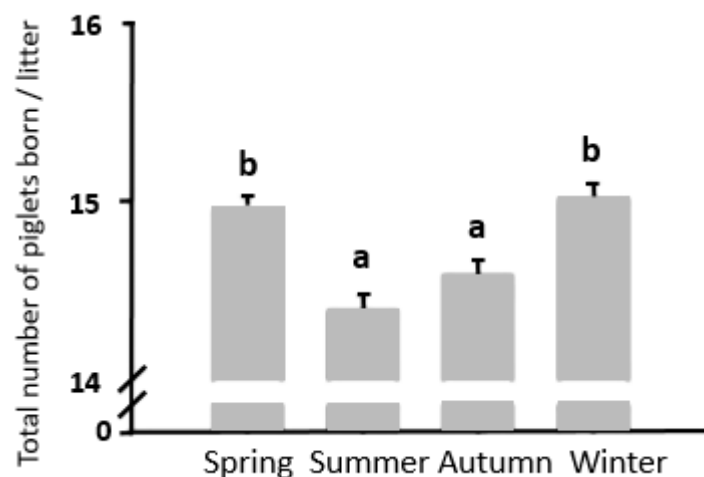


Figure 4 Seasonal effects on the total number of piglets born measured on the day of breeding when measured on the day of farrowing.

ที่มา: Wegner et al. (2014)

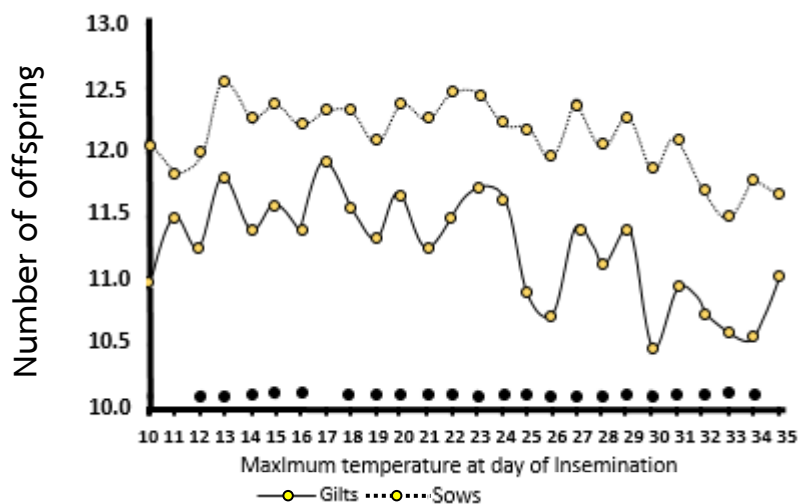


Figure 5 Effect of temperature on mixing day on the number of offspring per litter of gilts.

ที่มา: Bloemhof et al. (2014)

Stillborn piglets

ผลของอุณหภูมิต่อการตายแรกคลอด (Stillborn piglets) จากงานวิจัยของ Wegner et al. (2014) พบว่าการตายของลูกสุกรในฤดูร้อน ฤดูใบไม้ผลิ และฤดูใบไม้ร่วงไม่มีความแตกต่างกัน ($P>0.05$) แต่ฤดูหนาวมีการตายแรกคลอดของลูกสุกรต่ำกว่าฤดูร้อนและฤดูใบไม้ผลิ (Figure 6) ลูกสุกรที่ตายจะเพิ่มมากขึ้นจากสุกรสาวท้องที่ 2 และสุกรนางท้องที่ 4 ในทุกฤดูกาล จำนวนลูกสุกรที่คลอดออกมาตายน้อยที่สุด 0.8 ตัว/ครอก แต่เพิ่มขึ้นสูงถึง 1.44 ตัว/ครอก ในสุกรนางท้องที่ 5 ขึ้นไป ($P<0.05$) ในฤดูใบไม้ผลิและฤดูร้อนแม่สุกรท้องที่ 2 มีการตายแรกคลอดสูงที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับ Tani et al. (2016) การตายของลูกสุกรและการตายแรกคลอดในประเทศญี่ปุ่นจากข้อมูลของสุกร 101 ผูก ซึ่งสุกรในผูกส่วนใหญ่เป็นลูกผสม ระหว่าง Landrace,

Large White เก็บข้อมูลระหว่างมิถุนายน-กันยายน (ฤดูร้อน และฤดูฝน) และระหว่างธันวาคม-มีนาคม (ฤดูหนาว) พบว่าเมื่ออุณหภูมิในวันคลอดเพิ่มสูงขึ้น 22-34°C (Figure 7) โอกาสที่ลูกสุกรจะตายมากขึ้นไปด้วยแล้วสุกรครอกที่ 6 ขึ้นไปจะมีการตายมากกว่าครอกที่ 1 และ 2 การตายของลูกสุกรที่เกิดจากลำดับครอกส่วนใหญ่เกิดจาก แม่สุกรคลอดผิดปกติ ทั้งช่วงนาน หรือมีอาการเบ่งคลอดนานแต่ลูกไม่ออกมาซึ่งมักพบในกรณีแม่สุกรท้องที่ 6 ขึ้นไป สันนิษฐานได้ว่าการเกิดความเครียดจากความร้อนทำให้คอร์ติซอลสูงในเลือดกระตุ้นการหดตัวกล้ามเนื้อเรียบในมดลูกจึงทำให้แม่สุกรเกิดภาวะการครอกยากนำไปสู่การตายแรกครอกเนื่องจากการขาดออกซิเจนหรือภาวะขาดอากาศหายใจ (Herpin et al., 2001)

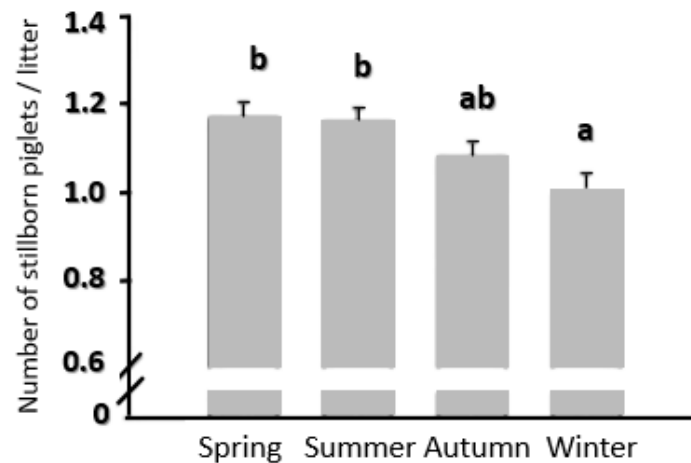


Figure 6 Seasonal effects on the total number of piglets born measured on the day of breeding and weaned piglets.

ที่มา: Wegner et al. (2014)

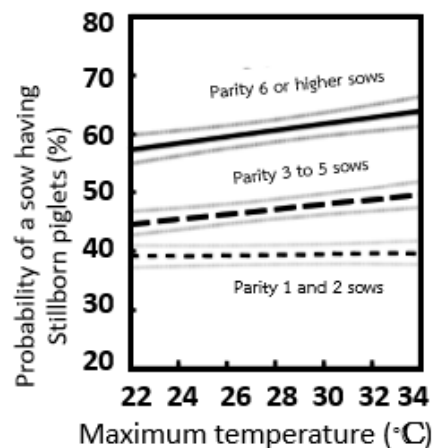


Figure 7 Effect of maximum temperature (HT) on probabilities of sows in different parity groups having stillborn piglets

ที่มา: Tani et al. (2016)

Effed of horing temperatnre onreprodrctive maturity

lida and Kokersu (2013) ได้ทำการศึกษาผลการผสมพันธุ์ของสุกรสาวและแม่สุกรในประเทศญี่ปุ่น จากข้อมูลสุกร 18,307 ตัว ใน 99 ฝูง สุกรในฝูงส่วนใหญ่เป็นลูกผสมระหว่าง Landrace Large ระยะเวลาระหว่างเดือนมิถุนายน 2550 - กันยายน 2551 พบว่าสุกรสาวผสมพันธุ์อุณหภูมิที่ 25-30°C การกลับสัดเพิ่มขึ้น สุกรนางผสมพันธุ์ที่อุณหภูมิ 30°C หลังการผสม 15 วัน มีการกลับสัดมากกว่า ผสมพันธุ์ที่ 25°C (Figure 8) นอกจากนี้การผสมพันธุ์และอุณหภูมิยังมีส่วนทำให้เกิดการกลับสัดผิดปกติ และการกลับสัดล่าช้า (Figure 9และ10) อุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น 5°C ในการผสมพันธุ์ 0-6 วัน มีแนวโน้มที่จะเกิดการกลับสัดผิดปกติและการกลับสัดล่าช้า อย่างไรก็ตามสำหรับสุกรที่มีการผสมที่ 7 วันหรือนานกว่านั้นอุณหภูมิที่เพิ่มสูงขึ้นไม่ส่งผลต่อการกลับสัดผิดปกติและการกลับสัดล่าช้า นอกจากนี้ลำดับท้องที่ 1 แม่สุกรที่มีการผสม 0-6 วัน มีอัตราการกลับสัดผิดปกติและกลับสัดล่าช้ามากกว่าท้องที่ 2 หรือลำดับท้องที่สูงกว่า ลำดับท้องที่ 2 มีการผสมที่ 7 วัน และ 0-6 วัน ไม่มีความแตกต่างในอัตราการกลับสัด ซึ่งการกลับสัดอาจจะมีผลเนื่องมาจากในช่วงระยะเวลา 15 วันหลังการผสมมีอุณหภูมิที่สูงขึ้นส่งผลให้สภาวะเจริญพันธุ์ลดลงและเพิ่มความเสี่ยงในการสืบพันธุ์

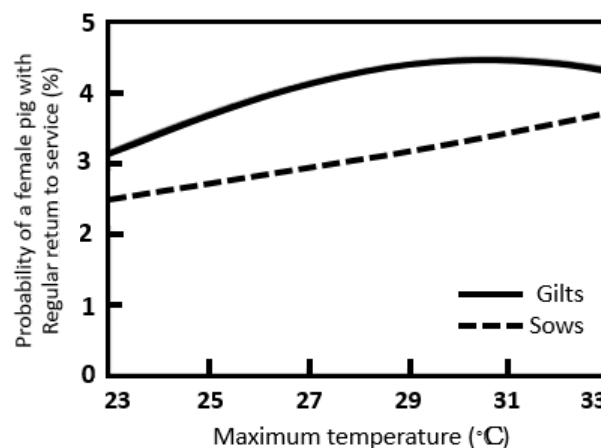


Figure 8 Effect of changing maximum temperature (HT) on probabilities of first-served gilts and sows having an 18-24 days.

ที่มา: lida and Kokersu (2013)

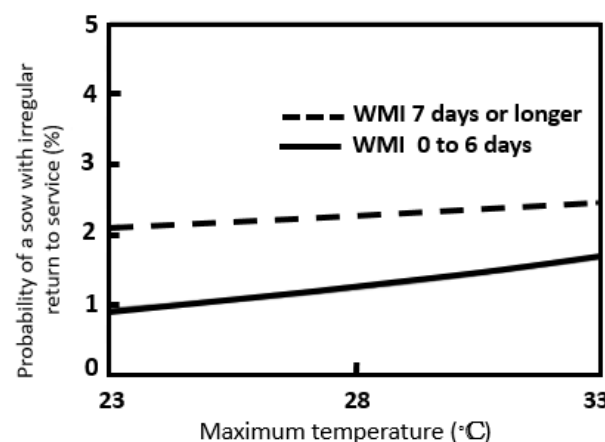


Figure 9 Effect of changing maximum temperature (HT) on the probabilities of first-served

sows in different WMI groups having an 25-38 days.

ที่มา: Iida and Kokersu (2013)

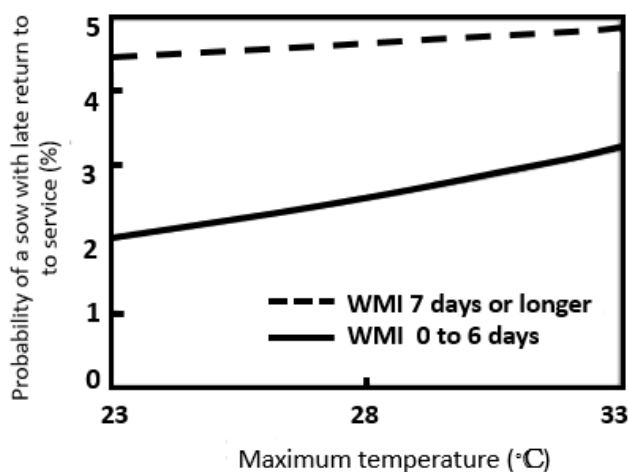


Figure 10 Effect of changing maximum temperature (HT)1 on the probabilities of first-serviced sows in different WMI groups having a late return to service an 39-150 days

ที่มา: Iida and Kokersu (2013)

หมายเหตุ: Weaning to first mating interval (WMI)

สรุป

จากการศึกษาผลของอุณหภูมิต่อขนาดครอก การตาย และการผสมติดของสุกร สามารถสรุปได้ว่า อุณหภูมิ ณ วันผสม โดยเฉพาะเมื่ออุณหภูมิ 25°C หรืออุณหภูมิสูงสุด 15 วันหลังผสม มีผลต่อขนาดครอก การตายของลูกสุกรแรกเกิด และการผสมติด โดยสุกรนางที่เคยให้ลูกมาแล้วได้รับผลกระทบมากกว่าสุกรสาวท้องแรก

เอกสารอ้างอิง

ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร กรมปศุสัตว์.2560.ข้อมูลเกษตรกรผู้เลี้ยงสัตว์ระดับประเทศ.

<http://ict.dld.go.th/th2/index.php/th/report/447-report-thailand-livestock/reportservey2558-1/870-report-survey58-1>. 28 มกราคม.

Bloemhof,S Mathur,P Knol,E and Waaij,E. 2014. “Effect of daily environmental temperature on farrowing rate and total born in dam line sows”. **Journal of animal science**. 91 (6): 2667-2679.

Herpin,P Hulin,J Le,J and Fillaut,M. 2001. “Effect of oxygen inhalation at birth on the reduction of early postnatal mortality in pigs”. **J Anim Sci**. 79: 5-10.

- Iida,R and Koketsu,Y. 2013. “Interactions between climatic and production factors on returns of female pigs to service during summer in japanese commercial breeding herds”.**Theriogenology**. 80 : 487 – 493.
- Pearce,S Mani,V Boddicker,R Johnson,J and Weber,T. 2013. “Heat stress reduces intestinal barrier integrity and favors intestinal glucose transport in growing pigs”. 1 : 8 (8) doi:10.1371/journal.pone.0070215.
- Tani,S Iida,R and koketsu,Y. 2016. “Climatic factors, parity and total number of pigs born associated with occurrences and numbers of stillborn piglets during hot or cold seasons in breeding herds”.**Veterinary Medicine and AnimalSciences**. 4 (3): 2054-3425.doi:10.7243/2054-3425-4-3
- Wegner,K Lambertz,C Das,G Reiner,G and Gauly,M. 2014. “Climatic effects on sow fertility and piglet survival under influence of moderate climate”. **Animl Consortium**. doi:10.1017/S1751731114001219: 1-8.