

ผลของการเสริมโครเมียมยีสต์ในอาหารต่อสมรรถภาพของระบบสืบพันธุ์ในแม่สุกร



นางสาวสุกัญญา ลีทองดี

สถาบันวิทยบริการ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาการสืบพันธุ์สัตว์ ภาควิชาสัตวศาสตร์ ฐานเวชวิทยาและวิทยาการสืบพันธุ์

คณะสัตวแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2543

ISBN 974-347-069-7

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

EFFECT OF DIETARY CHROMIUM YEAST SUPPLEMENTATION
ON REPRODUCTIVE PERFORMANCE IN SOW

Miss Sukanya Leethongdee



สถาบันวิทยบริการ

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Master of

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Science in Theriogenology
Department of Obstetrics Gynaecology and Reproduction

Faculty of Veterinary Science

Chulalongkorn University

Academic Year 2000

ISBN 974-347-069-7

หัวข้อวิทยานิพนธ์ ผลของการเสริมโครเมียมยีสต์ในอาหารต่อสมรรถภาพของระบบสืบพันธุ์ในแม่สุกร
โดย นางสาวสุกัญญา ลีทองดี
สาขาวิชา วิทยาการสืบพันธุ์สัตว์
อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ น.สพ. ดร. ปราบจัน วีรกุล
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม รองศาสตราจารย์ น.สพ. ดร.มงคล เตชะกำฟู

คณะสัตวแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาหมาบัณฑิต

.....คณบดีคณะสัตวแพทยศาสตร์
(ศาสตราจารย์ น.สพ.ดร. ณรงค์ศักดิ์ ชัยบุตร)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ
(ศาสตราจารย์ น.สพ.ดร. อรรณพ คุณาวงษ์ภักดิ์)

.....อาจารย์ที่ปรึกษา
(รองศาสตราจารย์ น.สพ.ดร. ปราบจัน วีรกุล)

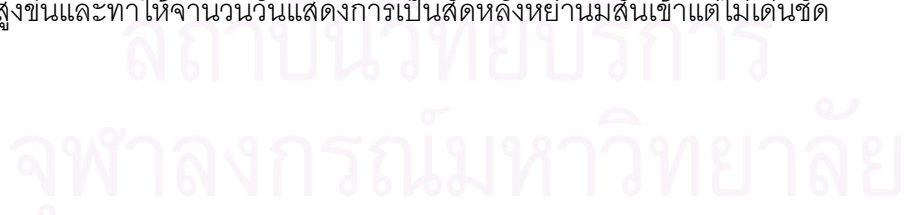
.....อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(รองศาสตราจารย์ น.สพ.ดร. มงคล เตชะกำฟู)

.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ น.สพ. สมชาย จันทร์ฟ่องแสง)

.....กรรมการ
(อาจารย์ น.สพ.ดร. วิชัย ทันตศุภารักษ์)

สุกัญญา ลีทองดี : ผลของการเสริมโครเมียมยีสต์ในอาหารต่อสมรรถภาพของระบบสืบพันธุ์ในแม่สุกร (EFFECT OF DIETARY CHROMIUM YEAST SUPPLEMENTATION ON REPRODUCTIVE PERFORMANCE IN SOW) อาจารย์ที่ปรึกษา : รศ. น.สพ. ดร. ปราจัน วีรกุล, อาจารย์ที่ปรึกษา ร่วม: รศ. น.สพ. ดร. มงคล เตชะกำพู , 60. หน้า, ISBN 974-347-069-7

ศึกษาการเสริมโครเมียมยีสต์ในอาหารต่อสมรรถภาพของระบบสืบพันธุ์ในสุกรสาวทดแทนสองสายพันธุ์ (แลนด์เรซ X ลาร์จไวท์) ในฟาร์มเอกชนผลิตสุกรขุนขนาด 1,500 แม่ โดยแบ่งสุกรออกเป็นสองกลุ่มคือ กลุ่มควบคุมไม่ได้รับการเสริมโครเมียมยีสต์ในอาหาร และกลุ่มทดลองที่ได้รับการเสริมโครเมียมยีสต์ในขนาด 200 พีพีบี โดยกลุ่มทดลองได้รับการโครเมียมยีสต์ในขั้นตอนการเตรียมสัตว์ทดลองตั้งแต่นั้นเป็นลูกสุกรหย่านมซึ่งมีน้ำหนักเฉลี่ย 6 กิโลกรัม จนกระทั่งสิ้นสุดการทดลองคือแม่สุกรได้หย่านมลูกในลำดับท้องที่สองเรียบร้อยแล้ว การศึกษานี้ได้ติดตามสมรรถภาพของระบบสืบพันธุ์ในแม่สุกรในการให้ลูกท้องแรกและการให้ลูกในลำดับท้องที่สองเปรียบเทียบกันระหว่างกลุ่มควบคุมกับกลุ่มทดลอง พบว่าแม่สุกรท้องแรกที่ได้รับโครเมียมยีสต์เสริมในอาหารมีจำนวนลูกคลอดทั้งหมดสูงกว่ากลุ่มควบคุม 0.44 ตัว (9.94 ± 2.24 ตัว และ 9.50 ± 2.52 ตัว ตามลำดับ $p > 0.05$) และมีจำนวนลูกคลอดมีชีวิตสูงกว่ากลุ่มควบคุม 0.60 ตัว (9.3 ± 2.46 ตัว และ 8.70 ± 2.79 ตัวตามลำดับ $p > 0.05$) และมีช่วงเวลาระหว่างหย่านมถึงผสมน้อยกว่ากลุ่มควบคุม 1.54 วัน และในการให้ลูกในลำดับท้องที่สองพบว่าแม่สุกรแรกที่ได้รับโครเมียมยีสต์เสริมในอาหารมีจำนวนลูกคลอดทั้งหมดสูงกว่ากลุ่มควบคุม 0.34 ตัว (9.95 ± 2.71 ตัว และ 9.61 ± 2.21 ตัว ตามลำดับ $p > 0.05$) และมีจำนวนลูกคลอดมีชีวิตสูงกว่ากลุ่มควบคุม 0.15 ตัว (9.14 ± 2.69 ตัว และ 9.02 ± 2.18 ตัวตามลำดับ $p > 0.05$) และมีช่วงเวลาระหว่างหย่านมถึงผสมน้อยกว่ากลุ่มควบคุม 1.41 วัน จากการทดลองสรุปว่าการเสริมโครเมียมยีสต์ในอาหารแก่แม่สุกรสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตโดยมีแนวโน้มว่าจะทำให้ได้จำนวนลูกคลอดทั้งหมดสูงขึ้นและทำให้จำนวนวันแสดงการเป็นสัดหลังหย่านมสั้นเข้าแต่ไม่เด่นชัด



ภาควิชา สุนัขศาสตร์ เภสัชวิทยาและวิทยาการสืบพันธุ์ ลายมือชื่อนิสิต.....
สาขาวิชา วิทยาการสืบพันธุ์สัตว์ ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....
ปีการศึกษา 2543 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....

4175577431 : MAJOR THERIOGENOLOGY

KEYWORD: CHROMIUM YEAST REPRODUCTIVE PERFORMANCE SWINE

SUKANYA LEETHONGDEE : EFFECT OF DIETARY CHROMIUM YEAST SUPPLEMENTATION ON REPRODUCTIVE PERFORMANCE IN SOW. THESIS ADVISOR : ASSOC. PROF. PRACHIN VIRAKUL, Ph.D. THESIS CO-ADVISOR : ASSOC. PROF. MONGKOL TECHAKUMPU, Ph.D. 60 pp. ISBN 974-347-069-7

Study of dietary chromium yeast supplementation on reproductive performance in crossbred Landrace x Large White replacement gilts in 1,500 sows commercial herd . The sows were randomly divided into 2 groups ; control group was received normal diet and treatment group was received chromium supplemental diet. Chromium yeast was added at 200 ppb in the treatment group's diet started from 6 kilograms weight to the end of the study period (sows had already weaned the second litters). This study investigated the reproductive performance of control sows in the first two litters. The number of total born piglets at the first parity in the treatment group was higher than the control group (9.94 ± 2.24 piglets and 9.50 ± 2.52 piglets respectively ($+0.44$) $p > 0.05$). The number of piglets born alive in the treatment group was higher than the control group (9.30 ± 2.46 piglets and 8.70 ± 2.79 piglets respectively ($+0.60$) $p > 0.05$). The wean to service interval in the treatment group 1.54 days shorter than the control group. The number of total born piglets in the second parity in the treatment group was higher than the control group. (9.95 ± 2.71 piglets and 9.61 ± 2.21 piglets respectively ($+0.15$) $p > 0.05$). The wean to service interval in treatment group was 1.41 days shorter than the control group. This study showed that chromium yeast supplementation can improve the reproductive performance in parity 1th and 2nd but not significantly.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Department Obstetrics Gynaecology & Reproductive

Field's of study Theriogenology

Academic year 2000

Student's signature

Advisor's signature.....

Co-advisor's signature.....

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาครั้งนี้สำเร็จลุล่วงได้เป็นอย่างดี ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ รศ. น.สพ. ดร. ปราจีน วีรกุล อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้ให้คำปรึกษาแนะนำและตรวจแก้ไขข้อบกพร่องในการวิเคราะห์ข้อมูล และการเขียนทุกขั้นตอน และขอกราบขอบพระคุณ รศ. น.สพ. ดร. มงคล เตชะกำพูน อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม อ.น.สพ. ดร. วิชัย ทันตศุภารักษ์ ที่กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำตลอดจนอำนวยความสะดวกเพื่อการศึกษาครั้งนี้

ขอขอบคุณ คุณสมทัด บุญทะพาน เจ้าของฟาร์มสุกร บุญทะพานฟาร์ม อ.เมือง จ. นครพนม และขอบคุณเจ้าหน้าที่สัตวบาลและผู้เกี่ยวข้องทุกท่านที่เอื้อเฟื้อสัตว์ทดลอง และอำนวยความสะดวกในการปฏิบัติงาน ขอขอบคุณทบวงมหาวิทยาลัยที่ได้สนับสนุนทุนการศึกษาของข้าพเจ้าในครั้งนี้ ขอขอบคุณพี่น้องและเพื่อนที่ได้ให้ความช่วยเหลือในการจัดเตรียมรูปเล่มวิทยานิพนธ์ และทำยสูดกราบขอบพระคุณคุณพ่อ คุณแม่และสมาชิกในครอบครัวทุกท่าน ที่ให้โอกาสและกำลังใจที่ดียิ่งตลอดการศึกษา

นางสาวสุกัญญา ลีทองดี

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....ค

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....ง

สารบัญ.....ฉ

สารบัญตาราง.....ช

สารบัญภาพ.....ฅ

กิตติกรรมประกาศญ

บทที่

1. บทนำ.....1

 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....1

 1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....2

 1.3 ขอบเขตของการวิจัย3

 1.4 ข้อตกลงเบื้องต้น.....3

 1.5 ข้อจำกัดของการการวิจัย.....3

 1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย.....3

2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....4

 2.1 แนวเหตุผลและทฤษฎีที่สำคัญ.....4

 2.2 การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง.....6

 2.2.1 บทบาทของโครเมียมในอาหารของสัตว์.....6

 2.2.2 การดูดซึม การขนส่ง และปริมาณของโครเมียมในเนื้อเยื่อ.....8

 2.2.3 โครเมียมและเมตาบอลิซึม.....11

 2.2.3.1 ผลของโครเมียมต่อขบวนการเมตาบอลิซึมคาร์โบไฮเดรต.....12

 2.2.3.2 ผลของโครเมียมต่อขบวนการเมตาบอลิซึมของไขมัน.....13

 2.2.3.3 ผลของโครเมียมต่อขบวนการเมตาบอลิซึมของโปรตีน.....14

 2.2.3.4 ผลของโครเมียมต่อขบวนการเมตาบอลิซึมของกรดนิวคลีอิก.....14

 2.2.4 จุดประสงค์ในการนำโครเมียมไปใช้ในการเลี้ยงสุกร.....15

 2.2.4.1 โครเมียมต่อระบบภูมิคุ้มกันร่างกายและความเครียด.....15

 2.2.4.2 โครเมียมต่อการทำงานของระบบภูมิคุ้มกัน.....17

 2.2.4.3 โครเมียมต่อคุณภาพซากในสุกร20

2.2.4.4 โครเมียมต่อสมรรถภาพของระบบสืบพันธุ์ในแม่สุกร.....24

3. วิธีดำเนินการวิจัย.....	29
3.1 คำถามของการวิจัย.....	29
3.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	29
3.3 สมมติฐานของการวิจัย.....	30
3.4 การคัดเลือกเข้ามาศึกษา.....	31
3.5 เกณฑ์ในการตัดออกจากการศึกษา.....	31
3.6 วิธีการเลือกตัวอย่าง.....	32
3.7 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	32
3.8 วิธีการศึกษา.....	33
3.10 การสังเกตและการวัด.....	34
3.11 การรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ.....	34
3.12 ระยะเวลาในการศึกษา.....	35
3.13 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย.....	35
4. ผลการทดลอง.....	36
4.1 ผลการทดลองและผลการเปรียบเทียบข้อมูล.....	36
4.1.1 สมรรถภาพของระบบสืบพันธุ์ในแม่สุกรท้องแรก.....	36
4.1.2 สมรรถภาพของระบบสืบพันธุ์ในแม่สุกรท้องที่สอง.....	38
5. สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอ.....	41
5.1 การอภิปรายผลการทดลอง.....	41
5.1.1 สมรรถภาพของระบบสืบพันธุ์.....	41
5.1.1.1 จำนวนลูกคลอดทั้งหมดและจำนวนลูกคลอดมีชีวิต.....	41
5.1.1.2 จำนวนลูกตายแรกคลอดและจำนวนลูกกรอก.....	44
5.1.1.3 ช่วงระยะเวลาระหว่างหย่านมถึงเป็นสัด.....	45
5.2 สรุปการศึกษาและข้อเสนอแนะ.....	46
รายการอ้างอิง.....	48
ประวัติผู้เขียน.....	61

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 แสดงชนิดของอาหารที่ใช้และคุณค่าทางอาหารที่ใช้ในการทดลอง	32
ตารางที่ 2 แสดงการเปรียบเทียบสมรรถภาพการสืบพันธุ์ของแม่สุกรสาวซึ่งได้รับการเสริมโครเมียมในอาหารและกลุ่มที่ไม่ได้รับโครเมียมในการคลอดลูกครอกแรก	37
ตารางที่ 3 แสดงการเปรียบเทียบสมรรถภาพการสืบพันธุ์ของแม่สุกรสาวซึ่งได้รับการเสริมโครเมียมในอาหารและกลุ่มที่ไม่ได้รับโครเมียมในการคลอดลูกครอกสอง	39
ตารางที่ 4 แสดงผลเปรียบเทียบความแตกต่างค่าดัชนีวัดสมรรถภาพการสืบพันธุ์ในกลุ่มแม่สุกรที่ได้รับการเสริมโครเมียมยีสต์กับกลุ่มควบคุมในการให้ลูก 2 ครอก	40
ตารางที่ 5 แสดงจำนวนของสุกรที่ถูกค้ำทิ้งในระยะต่าง ๆ เปรียบเทียบระหว่างกลุ่มที่ได้รับการเสริมโครเมียมยีสต์เสริมในอาหารกับกลุ่มควบคุมตลอดการทดลอง.....	40

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญภาพ

ภาพที่ 1 แสดงโครงสร้างทางเคมีของสารกลูโคส เทอเรนซ์ แฟคเตอร์

(glucose tolerance factor ; GTF8

ภาพที่ 2 แสดงการผลของโครเมียมไตรวาเลนซ์ที่มีต่อการเพิ่มขนาดครอกในแม่สุกร24



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันการเลี้ยงสุกรเพื่อผลิตเป็นอาหารได้เปลี่ยนระบบการเลี้ยงมาอยู่ในรูปอุตสาหกรรมการเกษตรมากขึ้น สมรรถภาพของระบบสืบพันธุ์เป็นดัชนีอันหนึ่งซึ่งสามารถนำมาบ่งชี้ถึงระดับความสามารถของการผลิตสุกรในการเลี้ยงเชิงอุตสาหกรรม ประสิทธิภาพในการผลิตจำนวนลูกสุกรให้ได้จำนวนมากสามารถบ่งชี้ถึงกำไรที่จะได้รับ การเลี้ยงในระบบอุตสาหกรรมจึงมุ่งเน้นที่จะส่งเสริมพัฒนาให้แม่สุกรมีจำนวนลูกสุกรต่อแม่ต่อครอกมากที่สุดตลอดอายุการให้ผลผลิต ดังนั้นความสามารถในการให้ผลผลิตของแม่สุกรพิจารณาจากจำนวนลูกหย่านมต่อแม่ต่อปี (piglet-weaned per sow per year) ร่วมกับจำนวนครอกต่อแม่ต่อปี (litter per sow per year) แม่สุกรที่สามารถผลิตจำนวนลูกสุกรเกิดทั้งหมด (total born) ในปริมาณสูงจะเป็นปัจจัยพื้นฐานที่ส่งผลให้จำนวนลูกสุกรมีชีวิต (born alive) และจำนวนลูกหย่านม (weaned piglet) เพิ่มสูงขึ้น การที่แม่สุกรสามารถให้ลูกสุกรเกิดทั้งหมดในการตั้งท้องครั้งแรกสูงจะเป็นการเริ่มต้นที่ทำให้การตั้งท้องครั้งต่อ ๆ ไปได้ลูกเกิดทั้งหมดสูงขึ้นเรื่อย ๆ เมื่อพิจารณาในการผลิตของแม่สุกรทั้งฝูงที่กำลังให้ผลผลิต (Dziuk, 1985; Dziuk, 1992; Wu and Dziuk, 1995; Wu *et al.*, 1988; Wu *et al.*, 1989) เป็นที่น่าสังเกตว่าในแม่สุกรท้องแรกและแม่สุกรท้องที่สองมักพบปัญหาการผสมติดต่ำและให้ลูกเกิดทั้งหมดต่ำ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากประสิทธิภาพในการสืบพันธุ์ของแม่สุกรเหล่านี้ยังด้อยอยู่ซึ่งอาจมีสาเหตุหลายประการที่เกี่ยวข้อง เช่น พันธุกรรม (Johnson *et al.*, 1985, Webb, 1995) ความสมบูรณ์พันธุ์ ความสมบูรณ์ของร่างกาย ความเครียดที่แม่สุกรได้รับ (Clark, 1986) และอาหารที่แม่สุกรได้รับ (Rhodes *et al.*, 1991) ล้วนเป็นปัจจัยที่โน้มนำให้ประสิทธิภาพของระบบสืบพันธุ์ของแม่สุกรท้องแรกและท้องที่มีความด้อยกว่าสองเมื่อเปรียบเทียบกับแม่สุกรที่ลำดับท้องมากกว่า ดังนั้นความพยายามให้แม่สุกรในช่วงนี้ของการผลิตสามารถผลิตลูกสุกรออกมาได้เต็มประสิทธิภาพจึงเป็นสิ่งที่ต้องทำการศึกษา

ในปัจจุบันพบว่าวิธีที่จะเพิ่มความสามารถในการผลิตของแม่สุกรโดยการเพิ่มขนาดครอก (litter size) และอัตราการเข้าคลอด (farrowing rate) ในปัจจุบันพบว่าวิธีที่จะเพิ่มขนาดของครอกและอัตราการเข้าคลอด ด้วยการเสริมแร่ธาตุโครเมียมในอาหารเลี้ยงสุกรตั้งแต่สุกรหย่านมถึงเป็นแม่สุกรพันธุ์ โดยสมมุติฐานที่ว่าโครเมียมสามารถเพิ่มขนาดครอกโดยผ่านอิทธิพลของฮอร์โมนอินซูลินที่มีต่อระบบสืบพันธุ์ โดยเพิ่มการทำงานของฮอร์โมนอินซูลิน มีผลต่อจำนวนการตกไข่ และ

การเจริญเติบโตและพัฒนาของฟอลลิเคิลในรังไข่เป็นไปอย่างสมบูรณ์ (Steele *et al.*, 1977; Lindermann *et al.*, 1995) นอกจากนี้การเพิ่มระดับความเข้มข้นของฮอร์โมนอินซูลินในกระแสเลือดมีความสัมพันธ์กับการเพิ่มความเข้มข้นของฮอร์โมนโปรเจสเตอโรนในระบบไหลเวียนกระแสโลหิตในระยะลูเตียล (luteal phase) (Amoikon *et al.*, 1995) โดยฮอร์โมนโปรเจสเตอโรนที่หลั่งออกมาจะเพิ่มการอยู่รอดของตัวอ่อนในระยะแรกของการตั้งท้อง การหลั่งฮอร์โมนโปรเจสเตอโรนจากรังไข่ซึ่งจะหลั่งเพิ่มขึ้นในช่วงแรกของระยะลูเตียลอาจทำให้เพิ่มการหลั่งโปรตีนจากมดลูก (uterine proteins) ในช่วงแรกของการตั้งท้องได้ (Pharazyn *et al.*, 1991) โดยปกติมดลูกของสุกรซึ่งอยู่ในช่วงแรกของการตั้งท้องต้องการเวลาในการสัมผัสกับฮอร์โมนโปรเจสเตอโรนที่ยาวนานเพื่อให้เกิดการหลั่งของโปรตีนจำเพาะที่เรียกว่า "histotrophs" ซึ่งเชื่อว่าเป็นโปรตีนที่ช่วยทำให้ตัวอ่อนเกิดการฝังตัว (implantation) ได้ (Jindal and Foxcroft, 1995)

โครเมียมเป็นแร่ธาตุที่มีความสำคัญและจำเป็นต่อการทำงานของระบบเมแทบอลิซึมหลาย ๆ อย่างโดยเฉพาะเป็นส่วนประกอบสำคัญของ กลูโคสเทอแรนท์แพคเตอร์ (Glucose Tolerance Factor : GTF) ซึ่งทำหน้าที่ส่งเสริมการทำงานของฮอร์โมนอินซูลินให้สามารถทำงานได้ดีและทำให้เซลล์ต่าง ๆ สามารถนำพลังงานจากการกระตุ้นให้เกิดกระบวนการเมแทบอลิซึมโดยฮอร์โมนอินซูลินไปทำให้เกิดปฏิกิริยาต่าง ๆ ในเซลล์ได้ดีขึ้นไป โดยเฉพาะเซลล์ในระบบสืบพันธุ์ของแม่สุกรคือรังไข่ ซึ่งเมื่อสามารถทำงานและเจริญเติบโตได้เต็มที่ จะสามารถเพิ่มจำนวนการตกไข่และเพิ่มโอกาสในการผสมติดและให้จำนวนลูกเกิดมากขึ้น การทดลองนี้เป็นการศึกษาว่าการเสริมโครเมียมในรูปแบบโครเมียมยีสต์ในอาหารของแม่สุกรต่อการเพิ่มสมรรถภาพของระบบสืบพันธุ์ในแม่สุกรได้หรือไม่

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. ศึกษาเปรียบเทียบตัวชี้วัดสมรรถภาพการสืบพันธุ์ในแม่สุกร ที่ได้รับการเสริม โครเมียมยีสต์ในอาหาร ประกอบด้วย จำนวนลูกคลอดทั้งหมด จำนวนลูกคลอดมีชีวิต จำนวนลูกตายแรกคลอด จำนวนลูกกรอก ระยะเวลาหย่านมถึงเป็นสัด
2. ศึกษาสุขภาพโดยรวมของแม่สุกรที่ได้รับโครเมียมในอาหาร

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

เป็นการวิจัยภาคสนาม (field trial) ในประชากรแม่สุกรพันธุ์ผสมสองสายพันธุ์ระหว่างแลนด์เรซ กับลาร์จไวท์ (LRxLW) ในช่วงที่แม่สุกรให้ลูกท้องแรกและท้องที่สองแม่สุกรเหล่านี้ได้ผ่านการเตรียม เป็นสัตว์ทดลองโดยได้รับโครเมียมยีสต์ผสมในอาหารเริ่มตั้งแต่หย่านม (น้ำหนักประมาณ 6 กิโลกรัม) จนตลอดการทดลองสิ้นสุดเมื่อแม่สุกรเหล่านี้หย่านมลูกในท้องที่สองเรียบร้อยแล้ว

1.4 ข้อตกลงเบื้องต้น

เป็นการทดลองในฟาร์มสุกรของเอกชนในขนาด 1500 แม่ โดยแม่สุกรได้รับการจัดการด้วยการผสมเทียม 100 เปอร์เซ็นต์

1.5 ข้อจำกัดของการวิจัย

เนื่องจากเป็นฟาร์มขนาดใหญ่และระบบการให้อาหารที่ใช้มีหลายแบบ คือในโรงเรือนอนุบาลอาหารที่ลูกสุกรได้รับเป็นอาหารชนิดอัดเม็ด เช่นเดียวกับ แม่สุกรอุมท้องและแม่ระยะเลี้ยงลูก ส่วนในช่วงรุ่นและขุนสุกรได้รับอาหารเป็นแบบผงดังนั้นการเสริมโครเมียมยีสต์จึงใช้วิธีตักให้กิน (top dressing) สำหรับการให้อาหารชนิดอัดเม็ด

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับการวิจัย

1. เพิ่มทางเลือกในการเพิ่มสมรรถภาพการสืบพันธุ์ในแม่สุกรโดยการจัดการด้านอาหาร
2. ลดความสูญเสียสุกรสาวทดแทนเพิ่มเปอร์เซ็นต์การคัดสุกรสาวทดแทนและเพิ่มความสามารถฟื้นคืนและสุขภาพของแม่สุกรให้ดีขึ้น
3. เพิ่มทางเลือกในการเพิ่มจำนวนลูกแรกคลอด

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 แนวเหตุผลและทฤษฎีที่สำคัญ

ความสามารถในการให้ผลผลิตของแม่สุกรเป็นสิ่งสำคัญที่ทำให้อุตสาหกรรมการเลี้ยงสุกรได้รับผลกำไร ความสามารถในการให้ผลผลิตของแม่สุกรนั้นพิจารณาจากจำนวนลูกหย่านมต่อแม่ต่อปี แม่สุกรซึ่งสามารถผลิตจำนวนลูกสุกรเกิดทั้งหมดในปริมาณที่สูงขึ้นเป็นปัจจัยพื้นฐานที่จะส่งผลให้จำนวนลูกมีชีวิต และจำนวนลูกหย่านมเพิ่มสูงขึ้น สำหรับการที่แม่สุกรจะสามารถให้ลูกสุกรเกิดทั้งหมดมีปริมาณเพิ่มขึ้น มีหลายปัจจัยเข้ามาเกี่ยวข้องซึ่งปัจจัยสำคัญคือแม่สุกรจะต้องมีจำนวนการตกไข่สูง รังไข่ทำงานได้ตามปกติ มีมดลูกที่มีพื้นที่มากพอที่จะสามารถรองรับการฝังตัวของตัวอ่อนได้ แม่สุกรที่มีลำดับการตั้งท้องสูงขึ้นไปจะสามารถรองรับการฝังตัวของตัวอ่อนได้เพิ่มขึ้น (Dziuk, 1985; Dziuk, 1992) จึงมักพบว่าแม่สุกรที่มีลำดับท้องสูงกว่าจะให้จำนวนลูกคลอดทั้งหมดมากกว่าแม่สุกรท้องแรก (Wu *et al.*, 1987; Wu *et al.*, 1989) ดังนั้นการทำให้แม่สุกรสาวให้ลูกสุกรแรกคลอดสูงจะเป็นการเริ่มต้นให้ท้องต่อไปมีการให้ลูกแรกคลอดสูงขึ้นไป

ในปัจจุบันพบว่าสามารถเพิ่มความสามารถในการผลิตของแม่สุกรโดยการเพิ่มขนาดครอก และเพิ่มอัตราการเข้าคลอด โดยการใช้แร่ธาตุบางชนิดเสริมในอาหาร ตัวอย่างเช่น แร่ธาตุโครเมียมโดยสมมุติฐานที่ว่าโครเมียมสามารถเพิ่มขนาดครอกโค่นผ่านอิทธิพลของฮอร์โมนอินซูลินที่มีต่อระบบสืบพันธุ์ (Steele *et al.*, 1977; Lindermann *et al.*, 1995; Amoikon *et al.*, 1995) โดยการเพิ่มการทำงานของฮอร์โมนอินซูลิน ทำให้เพิ่มจำนวนการตกไข่ (Cox *et al.*, 1987) การเจริญของฟอลลิเคิลในรังไข่เป็นไปอย่างสมบูรณ์ (Matamoros *et al.*, 1990) การเพิ่มระดับความเข้มข้นของฮอร์โมนอินซูลินในระบบไหลเวียนกระแสโลหิตมีความสัมพันธ์กับการเพิ่มความเข้มข้นของฮอร์โมนโปรเจสเตอโรนในพลาสมาในระยะลูเตียล (Clowes *et al.*, 1994) โดยฮอร์โมนโปรเจสเตอโรนที่หลั่งออกมาช่วงนี้มีความสัมพันธ์กับการอยู่รอดของตัวอ่อน (Pharazyn *et al.*, 1991; Jindal and Foxcroft, 1995)

Trout (1995) ตั้งสมมุติฐานว่าการหลั่งฮอร์โมนโปรเจสเตอโรนจากรังไข่ซึ่งเพิ่มขึ้นในช่วงแรกของระยะลูเตียลอาจทำให้เพิ่มการหลั่งโปรตีนจากมดลูกในช่วงแรกของการตั้งท้องได้ ปกติมดลูกของสุกรในช่วงแรกของการตั้งท้องต้องการเวลาในการสัมผัสกับฮอร์โมนโปรเจสเตอโรนที่ยาวนานเพื่อทำให้เกิดการหลั่งโปรตีนจำเพาะที่เรียกว่า "histotrophs" ซึ่งเชื่อว่าเป็นโปรตีนที่ช่วยทำให้ตัวอ่อนเกิดการฝังตัวที่ผนังมดลูกได้

ในปัจจุบันได้มีความพยายามที่จะเลิกใช้ยาปฏิชีวนะผสมในอาหารในการกระตุ้นการเจริญเติบโตของสุกร เช่นการต่อต้านการใช้ยาเหล่านี้ในสหภาพยุโรป การใช้โครเมียมเสริมในอาหารจึงได้รับการสนใจในการใช้ในอาหารของสุกรอนุบาลจนถึงสุกรขุนเนื่องจากพบว่าสามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้อาหารและการเจริญเติบโตได้ดีโดยเฉพาะการลดปริมาณไขมันในซากสุกรเชื่อว่าในลูกสุกรหย่านมมีความต้องการโครเมียมในอาหารมากกว่าที่มันได้รับในอาหารที่กินเข้าไปโดยเฉพาะในอาหารที่ไม่มีการเติมยาปฏิชีวนะเพื่อกระตุ้นการเจริญเติบโต สุกรจะขับโครเมียมออกมาทางปัสสาวะเมื่ออยู่ในภาวะที่ร่างกายเกิดความเครียดโดยเฉพาะในช่วงหย่านม

โครเมียมเป็นแร่ธาตุที่จำเป็น (essential trace mineral) ซึ่งชนิดที่พบในธรรมชาติ อยู่ในรูปไตรวาเลนต์ (trivalent form: Cr^{+3}) เป็นแร่ธาตุที่จำเป็นต่อเมแทบอลิซึมของร่างกาย ส่วนโครเมียมที่อยู่ในรูปอนินทรีย์เช่น โครเมียมคลอไรด์ (chromium chloride) โครเมียมออกไซด์ (chromium oxide) และ โครเมียม โปแทสเซียมซัลเฟต (chromium potassium sulphate) เป็นกลุ่มที่ดูดซึมได้น้อยเนื่องจากอยู่ในรูปของโครเมียมที่ไม่ละลาย และยังมีการขัดขวางการดูดซึมเข้าสู่ระบบกระแสโลหิตจากแร่ธาตุสังกะสีและสารชนิดอื่นซึ่งอาจขัดขวางการนำไปใช้อีกด้วย สารที่อยู่ในรูปอินทรีย์จึงถูกนำไปใช้ในทางชีวภาพได้ดีกว่า ยกตัวอย่างเช่น โครเมียม ไตรพิโคลิเนต (chromium tripicolinate) ซึ่งใช้ในงานวิจัยมากที่สุด โครเมียม นิโคติเนต (chromium nicotinate) โครเมียม ไกลซีน คอมเพล็กซ์ (chromium glycine complexes) โครเมียม อะซีเตต (chromium acetate) และโครเมียมยีสต์ (chromium yeast) เป็นต้น

โครเมียมนั้นมีบทบาทในการเมแทบอลิซึมของคาร์โบไฮเดรต โดยจะเป็นส่วนประกอบของกลูโคสเทอโรเจนแรนท์แฟคเตอร์ ถึงแม้หน้าที่โดยจำเพาะของมันยังไม่เป็นที่ทราบดี แต่เชื่อว่าโครเมียมจะเพิ่มการทำงานทางชีวภาพของฮอร์โมนอินซูลิน (biopotency of insulin) โดยทำให้โครงสร้างของฮอร์โมนอินซูลินมีความอยู่ตัวมากขึ้น (stabilization)

ในการเมแทบอลิซึมของไขมันนั้น โครเมียมจะช่วยลดความเข้มข้นของไลโปโปรตีนไตรกลีเซอไรด์ชนิดความหนาแน่นน้อย (low-density lipoprotein triglyceride) และโคเลสเตอรอลในระบบไหลเวียนกระแสเลือดลง นอกจากนี้โครเมียมยังมีบทบาทในกระบวนการทางชีวภาพของการสร้างโปรตีนโดยมีปฏิสัมพันธ์กับการนำเอากรดอะมิโนเข้าสู่เซลล์ (cellular amino acid uptake) และยังมีส่วนสำคัญในการเชื่อมให้โครงสร้างของดีเอ็นเอให้สมบูรณ์และช่วยในการแสดงออกของดีเอ็นเอ (DNA expression) ด้วย เมื่อร่างกายขาดโครเมียมจะเป็นผลให้เกิดความไม่สมดุลของการควบคุมระดับกลูโคสในระบบไหลเวียนกระแสโลหิต (glucose tolerance) เพิ่มปริมาณไขมันและระดับโคเลสเตอรอลในระบบไหลเวียนกระแสโลหิตให้สูงขึ้น และทำให้ร่างกายมีไขมันมากขึ้น

ในประเทศไทยเริ่มมีการศึกษานำโครเมียมมาใช้ในสุกรขุนเพื่อเพิ่มคุณภาพซากและเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้อาหารของสุกรขุน (เขาวมาลย์ และสาโรช, 2542) ซึ่งพบว่าช่วยเพิ่มพื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน เปอร์เซ็นต์เนื้อแดง และลดความหนาของไขมันใต้หนังที่บริเวณสันหลังของสุกร แต่การศึกษาถึงประสิทธิภาพของโครเมียมต่อระบบสืบพันธุ์ของแม่สุกรยังมีไม่มากนักและไม่พบว่ามีกรรายงานการทดลองในระบบสืบพันธุ์ในประเทศไทย การทดลองนี้ใช้โครเมียมในรูปแบบโครเมียมยีสต์ซึ่งมีโครงสร้างทางเคมีแบบเดียวกันกับโครเมียมพิโคลิเนตและโครเมียมยีสต์เป็นโครเมียมที่อยู่ในรูปของสารอินทรีย์ (Underwood, 1977)

2.2 การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

โครเมียมเป็นแร่ธาตุที่สำคัญอย่างหนึ่ง ซึ่งมีความสำคัญต่อสัตว์และพืชโดยมีหน้าที่สำคัญในการช่วยกระบวนการนำเข้าสู่ของกลูโคสเข้าสู่เซลล์ได้ดีขึ้นและช่วยในการเผาผลาญคาร์โบไฮเดรต ไขมัน และสร้างกรดอะมิโนในเซลล์ โครเมียมที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกายจะอยู่ในรูปไตรวาเลนต์โครเมียม (Cr^{+3}) ซึ่งพบว่า บริวเวอรียีสต์ (brewer's yeast) เป็นแหล่งของโครเมียมในธรรมชาติมากที่สุด โครเมียมเป็น กลูโคสเทอเรอแรนท์แฟคเตอร์ มีบทบาทสำคัญในการควบคุมการเคลื่อนย้ายน้ำตาลในระบบไหลเวียนกระแสโลหิต ซึ่งช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของฮอร์โมนอินซูลินในการใช้น้ำตาลกลูโคส โดยช่วยทำให้ปริมาณน้ำตาลในระบบไหลเวียนกระแสโลหิตลดลงหรือเป็นการเพิ่มการเคลื่อนที่ของน้ำตาลเข้าสู่เซลล์ (Steele *et al.*, 1977) โดยมีกลไกการทำงานช่วยทำให้เกิดการปฏิสัมพันธ์กันได้ดีระหว่างฮอร์โมนอินซูลินและตัวรับฮอร์โมนอินซูลินที่ผนังเซลล์ (insulin-insulin receptor interaction) ทำให้ฮอร์โมนอินซูลินทำหน้าที่ทางชีวภาพได้ดีขึ้น

2.2.1 บทบาทของโครเมียมในอาหารของสัตว์

โครเมียมได้รับการยอมรับว่าเป็นสารอาหารที่จำเป็นสำหรับทั้งมนุษย์และสัตว์มาเป็นเวลาประมาณ 40 ปีที่ผ่านมา โครเมียมส่วนใหญ่ที่ปรากฏในธรรมชาติจะอยู่ในรูปไตรวาเลนต์ (Cr^{+3}) มีคุณสมบัติต่อต้านกระบวนการออกซิเดชันในการทดลองในสัตว์ (Tezuka *et al.*, 1991) และยังพบว่าโครเมียมเป็นตัวกระตุ้นให้การทำงานของของเอ็นไซม์เกิดขึ้นและทำให้เกิดการอยู่ตัวของโปรตีนและกรดนิวคลีอิก (Borel and Anderson, 1984) บทบาทหลักของโครเมียมคือการเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของฮอร์โมนอินซูลิน โดยโครเมียมจะแสดงบทบาทผ่าน ออกาโนเมทัลลิกโมเลกุล (organometallic molecule) ดังแสดงในรูปที่ 1 ที่เรียกว่า กลูโคสเทอเรอแรนท์แฟคเตอร์ Schwarz และ Mertz (1957, 1959) สามารถแยก GTF จากไตของสุกรได้ในปี ค.ศ. 1957 และ

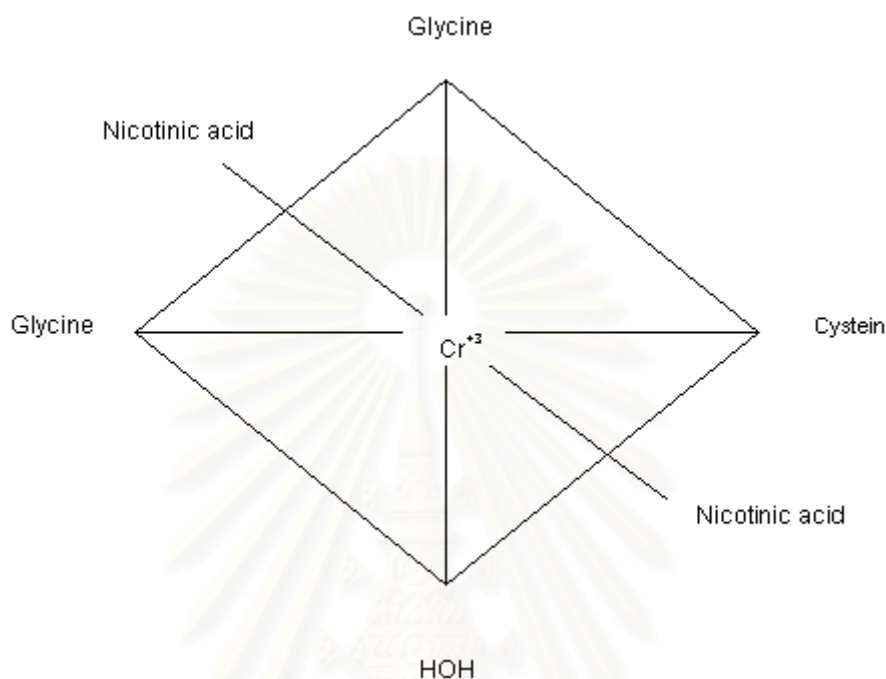
จากบรูเออร์ฮีสต์ ในปี ค.ศ. 1959 ซึ่งเชื่อว่าประกอบด้วย โครเมียม นิโคตินิคแอซิด (nicotinic acid) กลูตามิคแอซิด (glutamic acid) ไกลซีน (glycine) ซีสเทอีน (cysteine) (Toepfer et al., 1977) ถ้าไม่มีโครเมียมที่แกนของ GTF แล้วมันจะไม่สามารถทำหน้าที่ได้ โครเมียมที่พบในสัตว์ทั้งหมดพบว่ามีใน กลูโคสเทอโรเรนทแฟคเตอร์

Mertz (1969) ได้สรุปบทบาทของโครเมียมในร่างกายไว้ว่า

1. โครเมียมมีฤทธิ์กระตุ้นการทำงานของเอนไซม์ในเซลล์ เช่น กระตุ้นเอนไซม์ซัคคินิค-ไซโตโครม ซี ดีไฮโดรจีเนส (Succinic-cytochrome C dehydrogenase) ทำให้เซลล์มีการใช้ออกซิเจนในการผลิตพลังงานเพิ่มขึ้น และกระตุ้นเอนไซม์ฟอสโฟกลูโคมิวเตส (Phosphoglucomutase) เกี่ยวกับการใช้น้ำตาลกลูโคสในเซลล์ ซึ่งเอนไซม์เหล่านี้ต่างเกี่ยวข้องกับกระบวนการเปลี่ยนแปลงที่สำคัญภายในเซลล์เพื่อให้เซลล์ต่าง ๆ สามารถทำงานได้ตามปกติ
2. เป็นส่วนประกอบของกลูโคสเทอโรเรนทแฟคเตอร์ ช่วยให้ระดับกลูโคสในระบบไหลเวียนกระแสโลหิตลดลง โดยทำปฏิกิริยาร่วมกับฮอร์โมนอินซูลิน และมีผลต่อส่วนประกอบของเลือด ทำให้ระดับโคเลสเตอรอลและไขมันไตรกลีเซอไรด์ลดลง
3. เมื่อเสริมโครเมียมในหนูสามารถลดอัตราการตายซึ่งเป็นไปได้ว่าโครเมียมมีผลต่อการรอดและการใช้พลังงานของสัตว์ ดังนั้นจึงมีการศึกษาผลของโครเมียมต่อความเครียด และการทำงานของระบบภูมิคุ้มกันและสมรรถภาพการผลิตเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตสัตว์

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 1 แสดงโครงสร้างทางเคมีของสารกลูโคสเทอแรนซ์แฟคเตอร์ (glucose tolerance factor ; GTF) (Steele *et al.*,1977)



2.2.2 การดูดซึม การขนส่ง และปริมาณของโครเมียมในเนื้อเยื่อ

โครเมียมจะถูกดูดซึมได้แห่งแรกที่ลำไส้เล็ก ตำแหน่งที่ดูดซึมได้ดีที่สุดในหนูทดลองคือลำไส้เล็กส่วนกลาง (jejunum) และดูดซึมได้น้อยมากในลำไส้เล็กส่วนต้นและส่วนท้าย (duodenum and ileum) ส่วนโครเมียมที่อยู่ในรูปของสารอนินทรีย์เช่น โครเมียมคลอไรด์ (CrCl₃) และ โครมิกออกไซด์ (chromic oxide ; Cr₂O₃) การดูดซึมไม่ค่อยดีนัก การดูดซึมโครเมียมจะดูดซึมได้โดยประมาณ 0.5 เปอร์เซ็นต์ (Chen *et al.*,1973) ประสิทธิภาพการดูดซึมจะมีความสัมพันธ์เป็นไปในทางตรงกันข้ามกับปริมาณของโครเมียมที่ได้รับเข้าสู่ร่างกายโดยหากได้รับโครเมียมเข้าสู่ในร่างกายมากเกินไปทำให้ความสามารถในการดูดซึมเข้าระบบไหลเวียนกระแสโลหิตลดลง

Anderson (1987) รายงานว่าประมาณ 2 เปอร์เซ็นต์ของโครเมียมในอาหารที่ได้รับจะถูกดูดซึมได้ ส่วนในมนุษย์ได้รับประมาณ 10 ไมโครกรัมต่อวันแต่การดูดซึมจะลดลงเป็น 0.5 เปอร์เซ็นต์ เมื่อได้รับโครเมียมมากกว่า 40 ไมโครกรัมต่อวัน แต่ Doisy และคณะ (1976) รายงานว่าในผู้ป่วยโรคเบาหวานชนิดขาดฮอร์โมนอินซูลินจะดูดซึมโครเมียมได้มากกว่าปกติสองถึงสี่เท่า

โครเมียมที่พบส่วนมากในธรรมชาติจะอยู่ในรูปของไตรวาเลนต์ แต่อย่างไรก็ตามโครเมียมที่สามารถผลิตได้เช่น K_2CrO_7 , K_2CrO และ Na_2CrO_4 จะอยู่ในรูป เฮกซะวาเลนต์ (hexavalent; Cr^{+6}) ซึ่งเป็นรูปที่ละลายได้มากกว่ารูปไตรวาเลนต์ เมื่อเข้าไปถึงลำไส้เล็กจะดูดซึมได้มากกว่าสามถึงห้าเท่า (Anderson, 1987) แต่อย่างไรก็ตามหากได้รับโครเมียมรูปเฮกซะวาเลนต์โดยการกินจะเปลี่ยนรูปไปเป็นรูปไตรวาเลนต์ก่อนที่จะถึงบริเวณที่มีการดูดซึมในลำไส้เล็ก (Doisy *et al.*, 1976)

สาเหตุที่ทำให้การนำโครเมียมในรูปไตรวาเลนต์ที่ได้จากแหล่งสารอนินทรีย์ถูกนำไปใช้ได้ต่ำบางทีอาจเนื่องมาจากการที่โครเมียมเกิดการสร้างโครมิกออกไซด์ (chromic oxide) จากการจับกับสารอาหารบางอย่างในส่วนประกอบอื่นในสูตรอาหารเช่น ไฟเตท (phytate) หรือเกิดการรบกวนจากแร่ธาตุตัวอื่นที่อยู่ในรูปไอออนิก (ionic form) เช่น สังกะสี เหล็ก และวานาเดียม (Borel and Anderson, 1984) หรือ จากการเปลี่ยนรูปไปสู่รูปที่สามารถละลายได้อย่างช้าหรือไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงเลย (Ranhotra and Gelroth, 1986) หรือ เกิดจากภาวะมีปริมาณของ กรดนิโคตินิกในปริมาณต่ำ (Urberg and Gemel, 1987) จากที่กล่าวมาข้างต้นอาจกล่าวได้ว่าปริมาณของโครเมียมในอาหารซึ่งได้รับเข้าสู่ร่างกายทั้งหมดถึงแม้จะได้รับในปริมาณที่มากแต่อาจมีบางส่วนเท่านั้นที่ถูกนำไปใช้ได้เนื่องจากประสิทธิภาพในการแตกตัวและถูกดูดซึมไปใช้ได้ในร่างกาย โครเมียมซึ่งมีโครงสร้างที่ซับซ้อนเมื่อรวมตัวกับสารอินทรีย์จะมีส่วนสำคัญในการนำไปใช้ได้ในร่างกายเช่นการรวมตัวกับนิโคตินิกหรือพิโคลิเนตจะทำให้การดูดซึมเข้าสู่ร่างกายได้ดีขึ้น แต่สารพวก EDTA และซิเตรทซึ่งเป็น สารอนินทรีย์ไม่สามารถเพิ่มการดูดซึมของโครเมียมในหนูทดลองได้ (Chen *et al.*, 1973) โครเมียมที่สามารถนำไปใช้ได้ง่ายจะได้จากการสังเคราะห์เช่นโครเมียมนิโคตินิก (CrNic) โครเมียมพิโคลิเนต (CrPic)

Olin และคณะ (1994) รายงานว่าหนูที่ใช้ในการทดลองดูดซึมโครเมียมภายในช่วง 12 ชั่วโมงหลังจากกินเข้าไปซึ่งโครเมียมที่อยู่ในรูป CrNic สามารถดูดซึมได้มากที่สุดและโครเมียมในรูป $CrCl_3$ ถูกดูดซึมได้น้อยที่สุด ในขณะที่ CrPic มีการดูดซึมได้ในระดับปานกลาง Anderson และคณะ (1996b) ได้ทำการวัดเปรียบเทียบความสามารถในการดูดซึมโครเมียม ทั้งที่อยู่ในรูปอินทรีย์และอนินทรีย์ 9 ชนิดโดยวัดการดูดซึมโครเมียมเข้าสู่เนื้อเยื่อของหนูทดลองที่ได้รับโครเมียมในระดับต่าง ๆ ทางอาหาร พบว่าการดูดซึมเข้าสู่เนื้อเยื่อของโครเมียมขึ้นอยู่กับรูปแบบของโครเมียมที่ได้รับ โครเมียมต่อไปนี้ซึ่งสามารถเข้าไปในเนื้อเยื่อได้มากที่สุด ได้แก่ โครเมียม ไดไนโคตินิกแอซิด (dinicotinic acid) ไดไกลซีน (diglycine) ซีสเตอีน (cysteine) กลูตามิกแอซิด (glutamic acid) โครเมียมพิโคลิเนต

โครเมียมอะซีเตท โครเมียมโปรแทสเซียมซัลเฟต และโครงสร้างแบบซับซ้อนของโครเมียมกับไกลซีน และยังสามารถพบได้ว่าโครเมียมในรูปโครเมียมคลอไรด์ดูดซึมได้ดีที่สุดและพบว่าการเลี้ยงสัตว์ในคอกที่ทำด้วยเหล็กไร้สนิม (stainless steel) ไม่มีผลต่อความเข้มข้นของโครเมียมในเนื้อเยื่อสัตว์ โดยธรรมชาติ แล้วการที่โครเมียมรวมตัวกับสารอื่นในธรรมชาติก็เพื่อเป็นประโยชน์ต่อการทำงานของมันในทางชีววิทยานั้นเอง (biologic availability) ตัวอย่างเช่นการทดลองในหนูพบว่าสามารถดูดซึมโครเมียมจากบรูเออร์ยีสต์ได้ 10 -25 เปอร์เซ็นต์ (Underwood,1977) แหล่งโครเมียมในธรรมชาติ นอกเหนือจากบรูเออร์ยีสต์ก็มีเช่น ชอคโกแลตดำ (dark chocolate) พริกไทยดำ (black pepper) และในเนื้อที่ผ่านกระบวนการบางชนิด (Hunt and Stoecker,1996)

เมื่อโครเมียมถูกดูดซึมเข้าไปในร่างกายแล้วโครเมียมจะมีระดับความเข้มข้นในพลาสมา 0.01 ถึง 0.3 ไมโครกรัมต่อลิตร (Anderson,1987) ซึ่งระดับความเข้มข้นของโครเมียมในพลาสมานี้มีค่าต่ำกว่าที่รายงานก่อนปี ค.ศ. 1980 มาก เนื่องจากปัจจุบันสามารถตรวจวัดปริมาณโครเมียมได้ละเอียดยิ่งขึ้นโดยการใช้ graphite furnace เชื่อมกับ atomic absorption spectrometry (Mertz,1993a) จากการรายงานของ Mertz (1993a) การตรวจวัดความเข้มข้นของซีรั่มในระดับต่ำต้องการการควบคุมการปนเปื้อนที่เข้มงวด โดยทำการเตรียมตัวอย่างส่งตรวจและวิเคราะห์ในห้องทดลองที่มีความสะอาดมากเป็นพิเศษ (ultraclean experimental rooms) และควบคุมความคงที่ของคุณภาพโดยใช้วัตถุควบคุมคุณภาพที่มีมาตรฐาน ความเข้มข้นของโครเมียมในพลาสมาจะมีปริมาณต่ำกว่าปกติเมื่อร่างกายอยู่ในสภาวะติดเชื้อ และเมื่อได้รับกลูโคสมากๆ (Borel and Anderson,1984)

โครเมียมในกระแสโลหิตจะจับกับส่วนของ β -globulin ในพลาสมา และเคลื่อนย้ายผ่านเข้าไปในเนื้อเยื่อเพื่อจับกับ transferrin และเป็นไปได้ที่จะไปเป็นส่วนประกอบใน GTF (Prasad, 1978) ดังนั้นจึงเห็นได้ว่าโครเมียมมีผลต่อการเคลื่อนย้ายเหล็กในซีรั่ม Ani และ Moshtaghie (1992) ได้แสดงให้เห็นว่าการฉีด $CrCl_3$ เข้าไปในช่องท้อง (intraperitoneal injection) หนูทดลองสามารถลดปริมาณเหล็ก (ferritin) ในซีรั่ม และความสามารถในการจับกับเหล็กได้อย่างชัดเจน และในสภาวะที่มีโครเมียมปริมาณเข้มข้นมาก พบว่าโครเมียมจะจับกับโปรตีนชนิดอื่น ๆ ในพลาสมา (Prasad,1978)

หลังจากการให้โครเมียมเข้าไปในร่างกายเพียงสองถึงสามวัน ร่างกายจะสามารถขับโครเมียมออกจากพลาสมาไปได้หมด (Anderson,1987) แต่อย่างไรก็ตามการกำจัดโครเมียมออกจากร่างกายทั้งหมดในหนูทดลองจะใช้เวลาดค่อนข้างช้ามาก ในเนื้อเยื่อบางชนิดเช่นกระดุก ลูกอ๊อดทะ และท่ออวัยวะสืบพันธุ์ จะสามารถเก็บโครเมียมไว้ในเนื้อเยื่อได้นานกว่าเนื้อเยื่อของหัวใจ ปอด ตับอ่อนหรือเนื้อเยื่อสมอง ซึ่งไม่เหมือนแร่ธาตุบางชนิด เช่น แคลเซียม หรือแมกนีเซียม พบว่าโครเมียมจะไม่มีการรักษาสมดุลงของแร่ธาตุในเนื้อเยื่อเหมือนในแร่ธาตุอื่น ความเข้มข้นของ

โครเมียมในพลาสมาไม่ได้เป็นตัวบอกถึงปริมาณของโครเมียมที่สะสมในร่างกายได้ดีนัก ปริมาณความเข้มข้นโครเมียมในร่างกายทั้งหมดจะลดลงตามอายุ ซึ่งสะท้อนถึงความสามารถในการนำโครเมียมเข้าสู่เนื้อเยื่อลดลง ในการทดลองทางเภสัชวิทยาพบว่าหนูทดลองที่มีอายุแก่กว่าจะมีความสามารถในการรักษาความเข้มข้นของโครเมียมในเนื้อเยื่อได้ต่ำกว่าหนูที่ยังหนุ่มกว่า ซึ่งยังไม่ทราบว่าการโกนขนช่วยในการนำโครเมียมเข้าสู่เซลล์

โครเมียมที่ถูกดูดซึมเข้าสู่ร่างกายจะถูกขับออกทางปัสสาวะเป็นหลัก มีบางส่วนซึ่งน้อยมากจะออกไปในทางเส้นผม ลมหายใจ และน้ำดี การขับออกทางปัสสาวะตลอด 24 ชั่วโมงอยู่ประมาณ 0.22 ไมโครกรัมต่อวัน (Borel and Anderson, 1984) ซึ่งเป็นค่าที่ค่อนข้างคงที่และมีความสัมพันธ์กับอัตราการดูดซึมเข้าสู่ร่างกายที่ค่อนข้างต่ำ (ประมาณ 0.5 เปอร์เซ็นต์) และอัตราการกินโครเมียมต่อวันที่ต่ำด้วย ประมาณ 62-85 ไมโครกรัมต่อวัน การกำจัดโครเมียมออกทางปัสสาวะจะพบว่าสูงขึ้นในผู้ป่วยที่มีสุขภาพดีที่ได้รับกลูโคสเข้าไปในร่างกายโดยการกินและสูงกว่าในผู้ป่วยที่เป็นโรคเบาหวาน (Borel and Anderson, 1984) การออกกำลังกายและภาวะที่ร่างกายเกิดความเครียดก็เป็นเหตุให้การขับโครเมียมออกทางปัสสาวะเพิ่มขึ้น Anderson (1988) รายงานว่าในผู้ชายที่โตเต็มวัยเมื่อวิ่งเป็นระยะทาง 6 ไมล์ จะเป็นผลให้การกำจัดโครเมียมออกทางปัสสาวะเพิ่มขึ้นถึงห้าเท่าหลังจากวิ่งไปแล้วสองชั่วโมงและพบว่าการขับโครเมียมออกทางปัสสาวะในวันที่ทำภารกิจจะมากเป็นสองเท่าของวันถัดไปที่ไม่ได้วิ่งในผู้ป่วยที่ได้รับการบาดเจ็บก็มักพบว่ามี การขับโครเมียมออกทางปัสสาวะมากกว่ามนุษย์ปกติถึงสองเท่า ดังนั้นปริมาณของโครเมียมที่ขับออกมาทางปัสสาวะจึงไม่ใช่เป็นตัวชี้ว่าปริมาณของโครเมียมที่ได้รับทางอาหารเป็นเท่าใด

2.2.3 โครเมียม และเมแทบอลิซึม

โครเมียมส่งเสริมการทำงานของฮอร์โมนอินซูลินโดยผ่านทางกลูโคสทอแรอแรนซ์แฟคเตอร์ (Mertz, 1993b) และได้พยายามอธิบายการทำงานโดย Mertz และคณะ (1974) ได้กล่าวว่าโครเมียมจะสร้างโครงสร้างที่มีลักษณะซับซ้อนกับฮอร์โมนอินซูลินและตัวรับฮอร์โมนอินซูลินเพื่ออำนวยความสะดวกต่อการตอบสนองต่อฮอร์โมนอินซูลินของเนื้อเยื่อที่ไวต่อฮอร์โมนอินซูลิน Anderson และคณะ (1990) ได้แสดงให้เห็นว่าการที่ได้รับโครเมียมเข้าสู่ร่างกายในปริมาณที่ต่ำกว่าที่ร่างกายต้องการจะนำไปสู่การเปลี่ยนแปลงในทางที่ก่อให้เกิดความเสียหายต่อสถานะของกลูโคสฮอร์โมนอินซูลิน และกลูคากอนในร่างกายโดยพบความบกพร่องของสมดุลย์ของกลูโคส ผลของการวิจัยของ Govindaraju และคณะ (1989) ไม่ได้สนับสนุนหลักการที่ว่าไตรวาเลนท์ (Cr^{+3}) ควบคุมฮอร์โมนอินซูลิน และตัวรับของฮอร์โมนอินซูลินผ่านพันธะระหว่างโลหะกับซัลเฟอร์

(metal-sulfur bonding) ซึ่งว่าโครเมียมช่วยในการคงสภาพของโครงสร้างฮอร์โมนอินซูลินและทำให้ฮอร์โมนนี้สามารถทำงานได้โดยปกติ

จากหลาย ๆ การทดลองในมนุษย์ หนูทดลอง และในสัตว์ชนิดอื่น ๆ Anderson (1994) ได้สรุปอาการต่างๆ ที่เกิดจากการขาดแคลนโครเมียมเพื่อเป็นการยืนยันว่าโครเมียมเป็นแร่ธาตุที่จำเป็นข้อบ่งชี้อื่น ๆ กล่าวว่าโครเมียมมีความจำเป็นในอาหารของสัตว์เศรษฐกิจ เนื่องจากยังไม่มี การวัดสภาวะของโครเมียมในร่างกายได้อย่างแม่นยำ ดังนั้น ความต้องการโครเมียมสำหรับแต่ละวันในสัตว์ต่าง ๆ รวมทั้งมนุษย์จึงกำหนดได้ยาก การวัดอย่างหนึ่งที่พอจะวัดได้ว่ามีโครเมียมเพียงพอสอดคล้องความต้องการโดยเมื่อเสริมโครเมียมในอาหารแล้วพบว่าทำให้สมดุลย์ของกลูโคสในร่างกายดีขึ้น ปริมาณของโครเมียมที่มนุษย์ควรได้รับทางอาหารแต่ละวันควรอยู่ในระหว่าง 50 ถึง 200 ไมโครกรัมต่อวัน (National Research Council, 1989)

2.2.3.1 ผลของโครเมียมต่อกระบวนการเมแทบอลิซึมคาร์โบไฮเดรต

รายงานแรกที่กล่าวว่าโครเมียมมีส่วนในกระบวนการเมแทบอลิซึมของคาร์โบไฮเดรตเป็น รายงานของ Schwarz และ Mertz (1957) พวกเขาพบว่า GTF ซึ่งมีส่วนประกอบเป็นโครเมียม จะขาดแคลนในสัตว์ที่สมดุลย์ของกลูโคสเสียไปและเมื่อเสริมโครเมียมในอาหารแก่สัตว์เหล่านี้จะทำให้ สมดุลย์ของกลูโคสเข้าสู่ภาวะปกติ (Schwarz and Mertz, 1959) ถึงแม้ว่า GTF จะ ประกอบไปด้วย นิโคตินิกแอซิด ไกลซีน กลูตามิกแอซิด และ ซีสเตอีน รวมทั้งโครเมียม พบว่า โครงสร้างที่ได้จากการสังเคราะห์มีคุณสมบัติในการส่งเสริมการทำงานของฮอร์โมนอินซูลินได้น้อย กว่าสารที่สกัดจากธรรมชาติอย่างชัดเจน (Anderson *et al.*, 1978) แต่โครงสร้างซึ่งเพิ่ม ประสิทธิภาพการทำงานของฮอร์โมนอินซูลินที่สกัดจากธรรมชาติก็ยากที่จะทราบปริมาณที่แน่นอน ได้ การได้รับกลูโคสเข้าสู่ร่างกาย กลูโคสที่ใช้ในกระบวนการสร้างไขมัน การออกซิเดชันกลูโคสให้ เป็นคาร์บอนไดออกไซด์ และกระบวนการโครเมียมออกไปจะทำให้สารที่ได้จากการเมแทบอลิซึม ของกลูโคสลดลงอย่างเห็นได้ชัดการเสริมโครเมียมในอาหารให้มนุษย์ใช้ที่มีปัญหาความผิดปกติ ของเมแทบอลิซึมของคาร์โบไฮเดรตเช่น โรคเบาหวานสามารถกลับคืนสู่ภาวะปกติได้ (Jeejeebhoy *et al.*, 1977) จากข้อดีที่พบนี้สมาคมการแพทย์ของอเมริกาจึงกำหนดให้ ร่างกายควรได้รับโครเมียมในรูป ไตรวาเลนท์ (Cr^{+3}) ในขนาด 10 ถึง 15 ไมโครกรัมทุกวันเพื่อ ทดแทนการสูญเสียโครเมียมออกจากร่างกายในแต่ละวัน

Anderson (1987) ได้อ้างว่ามีหลายกรณีศึกษาในมนุษย์ที่พบว่าสมดุลงอกกลูโคสและการเมตาบอลิซึมของกลูโคสดีขึ้น เมื่อได้รับการเสริมด้วยโครเมียม มากไปกว่านั้นการเสริมโครเมียมในอาหาร (200 หรือ 1000 ไมโครกรัมต่อวัน) มีผลดีต่อปริมาณโคเลสเตอรอล ไกลโคไซด์ฮีโมโกลบิน กลูโคส และปริมาณฮอร์โมนอินซูลินในกระแสเลือดของผู้ป่วยโรคเบาหวานชนิดต้องการฮอร์โมนอินซูลิน (Anderson *et al.*, 1996a)

2.2.3.2 ผลของโครเมียมต่อกระบวนการเมแทบอลิซึมของไขมัน

หลายงานทดลองที่ยืนยันว่าโครเมียมมีความจำเป็นต่อการเมตาบอลิซึมของไขมันตามปกติ ตัวอย่างเช่นในหนูทดลองและกระต่ายที่ได้รับโครเมียมในปริมาณต่ำ ๆ จะมีโคเลสเตอรอลในระบบไหลเวียนกระแสโลหิตเข้มข้นมากกว่า และมีการสร้างไขมันในหลอดเลือดและเกาะตามผนังหลอดเลือดแดงมากกว่าปกติ (Abraham *et al.*, 1982a,b) การเสริมโครเมียมในอาหารทำให้ลดความเข้มข้นของโคเลสเตอรอลลง Newman และคณะ (1978) รายงานว่ามนุษย์ป่วยที่ตายเนื่องจากโรคของหลอดเลือดโคโรนารีจะมีความเข้มข้นของโครเมียมในหลอดเลือดแดงต่ำกว่าในเนื้อเยื่ออื่น มีรายงานในมนุษย์ว่าเมื่อมีการเสริมโครเมียมในอาหารเข้าไปพบว่าทำให้สามารถเพิ่ม high-density lipoprotein (HDL) cholesterol (Anderson, 1995; Riales and Albrink, 1981) และลดปริมาณโคเลสเตอรอลทั้งหมดลง ลด low-density lipoprotein (LDL) cholesterol และไตรเอซิลกลีเซอรอล (Anderson, 1995; Lefavi *et al.*, 1993) Anderson (1987) ซึ่งให้เห็นว่าผลของการเสริมโครเมียมในในอาหารต่อปริมาณของไขมันในระบบไหลเวียนกระแสโลหิตไม่คงที่เสมอไป โดยพบว่าผลของโครเมียมต่อไขมันมักจะขึ้นอยู่กับผลของโครเมียมต่อเมแทบอลิซึมของกลูโคส (Lefavi *et al.*, 1993) ปริมาณไขมันในระบบไหลเวียนกระแสโลหิตซึ่งประกอบด้วยโคเลสเตอรอลที่มีความเข้มข้นมากและไตรเอซิลกลีเซอรอลซึ่งจะลดลงอย่างมากเมื่อมีการเสริมโครเมียมในอาหาร

2.2.3.3 ผลของโครเมียมต่อกระบวนการเมแทบอลิซึมของโปรตีน

เนื่องจากบทบาทของฮอร์โมนอินซูลินต่อการนำกรดอะมิโนเข้าสู่เนื้อเยื่อในสัตว์ จึงคาดว่าโครเมียมจะมีส่วนในกระบวนการสร้างโปรตีน Roginski และ Mertz (1969) รายงานว่าการเสริมโครเมียมในอาหารเพิ่มการทำงานร่วมกันของกรดอะมิโนในโปรตีนของหัวใจ (heart proteins) และเพิ่มการนำกรดอะมิโนเข้าสู่เนื้อเยื่อ

2.2.3.4 ผลของโครเมียมต่อกระบวนการเมแทบอลิซึมของกรดนิวคลีอิก

โครเมียมในรูปของไตรวาเลนต์ที่เกี่ยวข้องกับการแสดงออกทางพันธุกรรมของสัตว์การจับกับกรดนิวคลีอิกของโครเมียมจะจับแน่นกว่าอิออนของโลหะชนิดอื่น (Okada *et al.*,1982) โครเมียมช่วยป้องกันกรดไรโบนิวคลีอิก (RNA) จากการถูกทำลายเนื่องจากความร้อน และยังพบว่าโครเมียมทำให้ความเข้มข้นของกรดนิวคลีอิกในเซลล์เพิ่มมากขึ้น พบว่าในหนูทดลองโครเมียมทำให้การสังเคราะห์ RNA เพิ่มขึ้น (Okada *et al.*,1982)



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.2.4 จุดประสงค์ในการนำโครเมียมไปใช้ในการเลี้ยงสุกร

ประโยชน์ของการใช้โครเมียมในสุกร

1. สามารถนำไปใช้ในการเสริมสร้างระบบภูมิคุ้มกันและลดความเครียดในสุกรที่อยู่ในระหว่างอุ้มท้อง ระหว่างการเลี้ยงลูกและในลูกสุกรอนุบาลที่ได้รับความเครียดจากการหย่านม
2. ใช้ในสุกรขุนโดยเนื่องจากโครเมียมมีคุณสมบัติในการปรับคุณภาพซากในสุกรขุนลดปริมาณการสะสมไขมันในกล้ามเนื้อและทำให้ปริมาณเนื้อแดงในกล้ามเนื้อสันหลังเพิ่มขึ้น
3. ใช้ในกลุ่มสุกรเพศเมียเพื่อช่วยเพิ่มความสมบูรณ์พันธุ์และทำให้แม่สุกรได้ลูกมากขึ้น โดยการเพิ่มขนาดครอกและเพิ่มอัตราการเข้าคลอดในแม่สุกร

2.2.4.1 โครเมียมต่อระบบภูมิคุ้มกันร่างกายและความเครียด

สภาวะของโครเมียมในร่างกายของสัตว์มักมีอิทธิพลมาจากสภาพทางสรีรวิทยาของร่างกาย สภาพทางพยาธิวิทยาของร่างกาย และโรคที่เกี่ยวข้องกับสารอาหาร ตัวอย่างซึ่งมีผลต่อสภาวะของโครเมียม เช่น ในมนุษย์การออกกำลังกาย (Anderson *et al.*, 1982) และการได้รับบาดเจ็บ (Borel and Anderson, 1984) ทำให้เพิ่มปริมาณโครเมียมที่ออกมากับปัสสาวะซึ่งอาจเป็นการนำไปสู่การขาดแคลนโครเมียมในที่สุดอาการขาดโครเมียมมักพบว่าอาการมักมีความรุนแรงเพิ่มขึ้นเมื่ออยู่ในภาวะที่ได้รับอาหารที่มีโปรตีนต่ำ การออกกำลังกาย การสูญเสียเลือด และมีการติดเชื้อ (Mertz and Roginski, 1969)

Zhang และคณะ (1998) กล่าวว่าการศึกษาที่สุกรได้รับความเครียดจากความร้อนจะทำให้ความเข้มข้นของโครเมียมในพลาสมาและระดับฮอร์โมนคอร์ติซอลในพลาสมาเพิ่มขึ้นสูง และความเข้มข้นของฮอร์โมนอินซูลินในพลาสมาลดลง เมื่อร่างกายได้รับความเครียดความสามารถในการทำงานของฮอร์โมนอินซูลินลดลงและมีการขับโครเมียมออกมาเพิ่มขึ้นซึ่งเป็นเหตุให้เซลล์ขาดแคลนโครเมียม

เมื่อร่างกายอยู่ในภาวะเครียดจะเป็นการเพิ่มความต้องการโครเมียมในอาหาร ในมนุษย์การออกกำลังกายอย่างหนัก นำไปสู่การสูญเสียโครเมียมเพิ่มขึ้น (Anderson *et al.*, 1982) เมื่อร่างกายปล่อยโครเมียมออกมาจากแหล่งเก็บแล้ว จะไม่ถูกนำกลับไปเก็บไว้เหมือนเดิมแต่จะถูกขับออกจากร่างกายอย่างรวดเร็วที่ไตโดยทางปัสสาวะ ในปัสสาวะของมนุษย์ที่ออกกำลังกายเสมอจะมีการขับโครเมียมออกมาในปริมาณที่ต่ำกว่ามนุษย์ที่นิ่งเฉย ๆ ซึ่งเป็นไปได้ว่าร่างกายอยู่ในภาวะมีโครเมียมต่ำ และในวันที่มีการออกกำลังกายร่างกายจะขับโครเมียมออกมามากกว่าวันที่ไม่ได้ออกกำลังกาย (Anderson, 1988) การได้รับบาดเจ็บก็เป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้การขับโครเมียมเพิ่มขึ้น

และความเข้มข้นของโครเมียมในซีรัมจะลดลงหลังจากมีการติดเชื้อและมีการได้รับกลูโคสเข้าร่างกาย (Kegley *et al.*, 1996)

ช่วงเวลาการคุ้มท้องเป็นเวลาที่ย่างกายเต็มไปด้วยความเครียดของระบบเมตาบอลิซึม ในผู้หญิงที่มีอาการโรคเบาหวานการได้รับอาหารเสริมที่มีโครเมียมจะทำให้ร่างกายสามารถทนต่อภาวะมีน้ำตาลสูง และลดอาการมีฮอร์โมนอินซูลินในระบบหมุนเวียนสูงได้ (Jovonovic, 1998 อ้างโดย Kegley *et al.*, 1996) ดังนั้นในแม่สุกรคุ้มท้องในระบบการผลิตสุกรสมัยใหม่ดูเหมือนจะเป็นกลุ่มที่ไวต่อการขาดแคลนโครเมียม

นอกจากนี้ในการศึกษาในสัตว์ชนิดอื่นในการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต Burton (1995) ชี้ให้เห็นว่าการเสริมโครเมียมในอาหารให้แก่ลูกโคที่ได้รับความเครียดจากการขนส่ง แม่โคที่กำลังให้น้ำนม หรืออยู่ในช่วงก่อนและหลังคลอดลูกทำให้เพิ่มการผลิตน้ำนม ปรับสภาพร่างกาย และระบบภูมิคุ้มกันให้ดีขึ้น Li และคณะ (1999) ทำการทดลองในแม่โคจำนวน 108 ตัว โดยแบ่งเป็นกลุ่มที่ได้รับการเสริมโครเมียมในอาหารในรูป โครมิลไพริดีนคาร์บอกซีเลต (chromyl pyridine carboxylate) ในขนาด 300 นาโนกรัมต่อกิโลกรัมและกลุ่มที่ไม่ได้รับการเสริมโครเมียม พบว่ากลุ่มที่ได้รับการเสริมโครเมียมมีความสามารถในการเพิ่มผลผลิตน้ำนมมากกว่ากลุ่มที่ไม่ได้รับกว่า 16.1 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ส่วนประกอบของน้ำนมทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกัน พบว่าการเสริมโครเมียมในอาหารแก่แม่โคช่วยเพิ่มปริมาณผลผลิตน้ำนมได้

ในการศึกษาการเสริมโครเมียมเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตโดยลดความเครียดในไก่ Sands และ Smith (1999) ทดลองแบ่งเป็นกลุ่มที่เลี้ยงในภาวะอุณหภูมิสูงเปรียบเทียบกับกลุ่มที่เลี้ยงในอุณหภูมิปกติและให้ได้รับโครเมียมเสริมในอาหารในรูปโครเมียมพิโคลิเนต ขนาด 200 หรือ 400 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัมเทียบกับกลุ่มควบคุมพบว่ากลุ่มที่ได้รับโครเมียมเสริมในอาหารสามารถทนต่อความเครียดจากความร้อนได้และมีประสิทธิภาพการเจริญเติบโตและการใช้อาหารดีขึ้น เนื่องจากความเครียดจากความร้อนมีส่วนสำคัญในการลดการกินอาหาร ลดการเพิ่มน้ำหนัก ลดประสิทธิภาพการแลกเปลี่ยน ชัดขวางการพัฒนาการตามปกติของอวัยวะน้ำเหลือง (lymphoid organs) และทำให้ความสามารถในการต่อสู้ของระบบภูมิคุ้มกันเสียหาย ยังพบว่าความเข้มข้นของฮอร์โมนอินซูลินในซีรัม กรดยูริก และไตรกลีเซอไรด์ต่ำลง แต่ระดับกลูโคสและโคเลสเตอรอลเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญเนื่องจากอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น Gue และ Liu (1997) ได้ศึกษาผลของโครเมียมยีสต์ต่อการเลี้ยงไก่ในสภาวะที่อุณหภูมิสูงโดยศึกษาในไก่เนื้อที่มีอายุจาก 4 ถึง 6 สัปดาห์

การทดลองสังเกตในไก่ที่ได้รับความเครียดจากความร้อนโดยสังเกต พบว่ากลุ่มที่ได้รับโครเมียมยีสต์เสริมในอาหารมีการเจริญเติบโตที่เร็วกว่า การใช้อาหารดีกว่า น้ำหนักของต่อมไทมัส และต่อมเบอริชามากกว่า ระดับไตเตอร์ของแอนตี้-บีเอสเอ สูงกว่า (anti-BSA antibody titres) อัตราส่วนระหว่างเฮเทอโรฟิลต่อลิมโฟไซต์ (heterophil/lymphocyte) และความเข้มข้นของกลูโคสต่ำกว่า กลุ่มที่ไม่ได้รับโครเมียมยีสต์ จึงสรุปว่าการเสริมโครเมียมยีสต์ในอาหารจะช่วยลดผลเสียที่ได้รับจากความเครียดจากความร้อนได้ในไก่เนื้อ จะเห็นว่าการทดลองในสัตว์หลายชนิดพบว่าโครเมียมที่ได้รับไปจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการลดความเครียดในสัตว์เหล่านั้นได้ซึ่งในการทดลองในสุกรถึงแม้จะมีการทดลองที่ไม่มากนักแต่การทดลองที่แสดงออกมามีแนวโน้มว่าโครเมียมสามารถช่วยส่งเสริมให้สุกรทนต่อความเครียดได้

2.2.4.2 โครเมียมต่อการทำงานของระบบภูมิคุ้มกัน

การทำงานของโครเมียมต่อระบบภูมิคุ้มกันทำงานผ่านกระบวนการเมทาบอลิซึมในระดับเซลล์ของฮอร์โมนอินซูลิน หรือจากกลไกอื่นที่ยังไม่สามารถสรุปได้แน่ชัดและได้มีการทดลองหลายครั้งในสัตว์หลายชนิดเพื่อศึกษาถึงผลจากการได้รับโครเมียม พบว่ามีเซลล์ของระบบภูมิคุ้มกันหลายชนิดที่มีผลต่อตัวรับฮอร์โมนอินซูลิน (insulin receptor) และการลดความสามารถในการตอบสนองของระบบภูมิคุ้มกันนั้นมักเกิดในรายที่เป็นโรคเบาหวาน

การเสริมโครเมียมในอาหารสามารถลดความเข้มข้นของฮอร์โมนคอร์ติซอลใน ซีรัมของโคที่มีความเครียดได้ Moonsie-Shaggeer และ Mowat (1993) รายงานให้ลูกโคดูคนมได้รับโครเมียมยีสต์ในขนาด 0, 0.2, 0.5 และ 1 พีพีเอ็ม หลังจากได้รับโครเมียมยีสต์เป็นเวลา 28 วันแล้วพบว่าระดับความเข้มข้นของฮอร์โมนคอร์ติซอลลดลง ซึ่งฮอร์โมนคอร์ติซอลเป็นที่ทราบว่าจะหลั่งออกมาเมื่อร่างกายมีความเครียดและเป็นเหตุให้ลดการทำงานของระบบภูมิคุ้มกันไม่ใหทำงานได้เต็มที่ ดังนั้นหากสามารถลดฮอร์โมนนี้ลงได้จะช่วยใหการทำงานของระบบภูมิคุ้มกันเมื่อร่างกายได้รับความเครียดทำงานได้ตามปกติ นอกจากนี้ Gentry และคณะ (1999) ได้รายงานการทดลองในแม่ม้า โดยเสริมโครเมียมพิโคลิเนตขนาด 5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมในอาหารแก่แม่ม้า เพื่อประเมินการเมทาบอลิซึมของคาร์โบไฮเดรต และไขมัน และการทำงานของระบบภูมิคุ้มกันของร่างกายเป็นเวลา 36 วัน และ 6 วันสุดท้ายได้ทดสอบผลของโครเมียมต่อความเครียดจากอาหารที่คุณภาพลดลง พบว่าแม่ม้าที่ได้รับโครเมียมมีการเจริญของลิมโฟไซต์มากกว่าซึ่งแสดงให้เห็นว่าเซลล์ของระบบภูมิคุ้มกันในกลุ่มที่ได้รับโครเมียมมีการเจริญมากกว่า

สำหรับในสุกรนั้นจากสภาพการเลี้ยงสุกรในปัจจุบันเป็นการเลี้ยงในลักษณะอุตสาหกรรมมากขึ้นการเร่งให้สุกรเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วโดยการพัฒนาสายพันธุ์ การเลี้ยงสุกรในโรงเรือนที่แออัด การเลี้ยงแม่สุกรค้ำในของค้ำของขนาดพอดีตัวและภาวะต่าง ๆ ในกระบวนการผลิตเป็นแนวโน้มที่ทำให้สุกรเผชิญกับความเครียด จากสมมุติฐานที่ว่า การเสริมโครเมียมในอาหารเป็นแนวทางหนึ่งในการลดความเครียดต่าง ๆ เหล่านี้ได้มีงานวิจัยหลายอันที่พยายามประเมินว่าจะสามารถช่วยสุกรที่อยู่ในสภาวะที่มีความเครียดได้มากน้อยเพียงใด Lee และคณะ (1997) ได้ศึกษาผลของการเสริมโครเมียมพิโคลิเนตในอาหารลูกสุกรหย่านมต่อประสิทธิภาพการเจริญเติบโตและการตอบสนองของระบบภูมิคุ้มกัน โดยศึกษาในลูกสุกรพันธุ์ผสมอายุ 4 สัปดาห์ น้ำหนักโดยเฉลี่ย 6.94 กิโลกรัม ลูกสุกรถูกแบ่งเป็นสี่กลุ่มซึ่งได้รับโครเมียมเสริมในอาหารในปริมาณแตกต่างกันคือ กลุ่มไม่ได้รับโครเมียม กลุ่มที่ได้รับโครเมียม 200, 400 และ 800 พีพีบี โดยลูกสุกรในแต่ละกลุ่มการทดลองถูกเลี้ยงในคอกได้รับอาหารและน้ำอย่างเต็มที่ ช่วงเวลาทดลองเป็นเวลา 7 สัปดาห์ โดยได้สุกรที่มีน้ำหนักเฉลี่ยเมื่อสิ้นสุดการทดลองเป็น 31.31 กิโลกรัม ในสัปดาห์ที่ 2 และสัปดาห์ที่ 5 ลูกสุกรได้รับวัคซีนพิษสุนัขบ้าเทียม (Pseudorabies:PR) หลังจากนั้นจะเก็บเลือดมาตรวจเพื่อศึกษาวิเคราะห์ ส่วนประกอบของเลือด และระดับแอนติบอดีต่อโรคพิษสุนัขบ้าเทียมในพลาสมา ระดับอิมมูโนโกลบูลิน (immunoglobulins) และจำนวนเม็ดเลือดขาว (leukocyte counts) ส่วนระดับของ peripheral blood mononuclear cells (PBMC) และการสร้างเซลล์พวกลาสโตซิสต์ถูกตรวจในแต่ละกลุ่มในสัปดาห์ที่ 2, 4 และ 6 ผลที่ได้พบว่าการเสริมโครเมียมในอาหารสามารถเพิ่มระดับโครเมียมในพลาสมาได้ ($p < 0.01$) แต่ไม่พบว่าผลต่อประสิทธิภาพการเจริญเติบโต อย่างไรก็ตามในกลุ่มที่ได้รับโครเมียมขนาด 400 พีพีบี มีแนวโน้มที่จะมีอัตราการเจริญเติบโตต่อวันและประสิทธิภาพการใช้อาหารเพิ่มขึ้น ในช่วงสัปดาห์แรกจนถึงสัปดาห์ที่ 4 หลังหย่านม ระดับกลูโคส ฮอร์โมนอินซูลิน และฮอร์โมนคอร์ติซอลในพลาสมา หรือสัดส่วนระหว่างฮอร์โมนอินซูลินต่อกลูโคส ไม่ได้รับผลกระทบจากการเสริมโครเมียมในอาหาร พบว่าโครเมียมทำให้ระดับไตเตอร์ของแอนติบอดีของโรคพิษสุนัขบ้าเทียมเพิ่มสูงขึ้นในช่วงสัปดาห์ที่ 5 และ 7 ($p < 0.05$) และพบว่ามีแนวโน้มทำให้เกิดการผลิต PBMC ในสัปดาห์ที่ 2 ($p < 0.10$) และพบว่าระดับอิมมูโนโกลบูลิน จี ในสัปดาห์ที่ 6 ($p < 0.15$) และค่าเฉลี่ยของระดับอิมมูโนโกลบูลิน เอ็ม ($p < 0.10$) ตลอดสัปดาห์ที่ 2, 4 และ 6 มีแนวโน้มสูงขึ้นในกลุ่มที่ได้รับ การเสริมโครเมียม จากผลการทดลองสรุปได้ว่าการเสริมโครเมียมพิโคลิเนตในอาหารขนาด 400 พีพีบี สามารถช่วยกระตุ้นให้การสร้างภูมิคุ้มกันในลูกสุกรเพิ่มขึ้นภายหลังหย่านมในช่วง 4 สัปดาห์ Lee และคณะ (2000) ทำการทดลองในลูกสุกรปลอดจากเชื้อโรคจำเพาะ (SPF) พันธุ์ผสมหย่านมและมีอายุ 4 สัปดาห์ เพื่อประเมินผลโครเมียมพิโคลิเนตต่อการเจริญเติบโต และการตอบสนองทางสรีรวิทยา โดยแบ่งเป็นกลุ่มที่ได้รับโครเมียมพิโคลิเนตเสริมในอาหารขนาด 400

พีพีบี และกลุ่มที่ไม่ได้รับโครเมียมโดยกลุ่มที่ได้รับโครเมียมถูกแบ่งเป็นสองกลุ่มได้รับการฉีดไลโปโพลีแซคคาไรด์ (lipopolysaccharide;LPS) และกลุ่มที่ได้รับการฉีดน้ำกลั่นเท่านั้น และกลุ่มที่ไม่ได้รับโครเมียมก็ถูกแบ่งเป็นสองกลุ่มคือกลุ่มที่ได้รับการฉีดไลโปโพลีแซคคาไรด์ และกลุ่มที่ได้รับการฉีดเฉพาะน้ำกลั่นเช่นกัน ทำการทดลองให้สุกรได้รับการฉีดไลโปโพลีแซคคาไรด์ กับกลุ่มที่ได้รับน้ำกลั่น ในวันที่ 21 และวันที่ 35 จากนั้นตรวจวัด ตัวอย่างพลาสมา และวัดอุณหภูมิร่างกาย ทางทวารหนัก (rectal temperature) หลังจากฉีด LPS ให้ลูกสุกร ผลการศึกษาพบว่าอุณหภูมิร่างกายของกลุ่มที่ได้รับโครเมียมในวันที่ 21 ลดลงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญก่อนที่จะได้รับการฉีด LPS หลังจากฉีด LPS ให้แล้วพบว่าอัตราการเจริญเติบโตต่อวัน ของลูกสุกรลดลงในวันที่ 35 ถึง 38 กลุ่มที่ได้รับโครเมียมไม่ค่อยมีผลกระทบต่อเจริญเติบโตหลังจากการได้รับ LPS การเปลี่ยนแปลงของกลูโคสในพลาสมา ไตรกลีเซอไรด์ และความเข้มข้นของยูเรียไนโตรเจน แตกต่างกันในทั้งสองกลุ่มหลังจากการฉีด LPS ระดับคอริติซอลในพลาสมาเพิ่มอย่างเห็นได้ชัดหลังจากฉีด LPS ไปแล้วสองชั่วโมงในวันที่ 21 และ 35 ในกลุ่มที่ได้รับโครเมียมพบว่าการปล่อยคอริติซอลในพลาสมาออกมาช้ากว่ากลุ่มควบคุมโดยพบว่ามีคอริติซอลในพลาสมาในวันที่ 35 จากการทดลองนี้ชี้ให้เห็นว่าการเสริมโครเมียมในขนาด 400 พีพีบี ในอาหารจะไปช่วยปรับโครงสร้างทางสรีรวิทยาทางภูมิคุ้มกันของการตอบสนองต่อความเครียดในลูกสุกรหย่านมได้

การศึกษาโครเมียมในรูปโครเมียมยีสต์ที่มีผลต่อความเครียดของลูกสุกรหย่านม Baldi และคณะ (1999) ได้ทำการศึกษากการเสริมโครเมียมในอาหารในรูปโครเมียมยีสต์ต่อการเจริญเติบโต ค่าของเลือดบางตัว และการผลิตนิวโทรฟิลซูเปอร์ออกไซด์แอนไอออน (neutrophil superoxide anion) ในลูกสุกรที่ได้รับความเครียดจากการหย่านมโดยศึกษาในลูกสุกรพันธุ์ผสมโดยให้ได้รับโครเมียมยีสต์เสริมในอาหารเป็นเวลา 21 วันคือเริ่มจากวันที่ 10 หลังจากคลอดถึงวันที่เจ็ดหลังหย่านม เปรียบเทียบกับอีกกลุ่มซึ่งไม่ได้รับโครเมียมยีสต์เป็นกลุ่มควบคุม ลูกสุกรถูกเจาะเลือดตรวจในวันที่ 3 และวันที่ 7 หลังจากหย่านม เพื่อเป็นการกระตุ้นให้เกิดการตอบสนองต่อความเครียดมากขึ้นลูกสุกรบางตัวได้รับ ACTH ในขนาด 5 ไมโครกรัมต่อน้ำหนักร่างกายทันที หลังจากหย่านมก่อนที่จะเคลื่อนย้ายไปยังเรือนอนุบาล การเสริมโครเมียมไม่ทำให้น้ำหนักร่างกายของลูกสุกรหรือการผลิตซูเปอร์ออกไซด์ของนิวโทรฟิลเพิ่มขึ้น ความเข้มข้นของกรดไขมันไม่อิ่มตัว (non-esterified fatty acids) สูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญ และความเข้มข้นของกลูโคสต่ำกว่าอย่างมีนัยสำคัญ ทั้งในกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองเมื่อเปรียบเทียบการตรวจพลาสมาในวันที่ 7 กับวันที่ 3 หลังหย่านม ในลูกสุกรหย่านมที่ได้รับ ACTH พบว่าระดับกลูโคสในระบบไหลเวียนกระแสโลหิตในกลุ่มที่ได้รับการเสริมโครเมียมในอาหารต่ำกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ แต่ระดับฮอร์โมนคอริติซอลและฮอร์โมนอินซูลินไม่ได้รับผลกระทบใด ๆ ในการทดลองนี้สรุปว่าการเสริมโครเมียม

ยีสต์ในอาหารไม่ได้ลดความเครียดในลูกสุกร แต่พบว่าในภาวะที่มีความเครียดสูงเช่นในกรณีที่ถูกกระตุ้นโดย ACTH การเสริมโครเมียมอาจเพิ่มการใช้กลูโคสในระบบไหลเวียนให้ดีขึ้น

2.2.4.3 โครเมียมต่อคุณภาพซากในสุกร

การเสริมโครเมียมในอาหารขนาด 0.2 พีพีเอ็ม หรือขนาด 200 พีพีบี ได้รับการรับรองโดยองค์การอาหารและยา (FDA) และมีรายงานว่าสามารถเพิ่มคุณภาพซากของสุกรขุนเนื่องจากในปัจจุบันได้มีความกังวลเกี่ยวกับการมีสารตกค้างในเนื้อสัตว์ที่ใช้เป็นอาหารโดยเฉพาะเนื้อสุกร ซึ่งมีการนำสารกลุ่มเบต้าอะโกนิสต์ (β -agonist) มาใช้ในการเร่งเนื้อแดงในสุกรระยะขุนทำให้มีสารตกค้างสู่ผู้บริโภค นักวิชาการจึงพยายามศึกษาปรับปรุงสายพันธุ์สุกรให้มีการเจริญเติบโตเร็วและมีลักษณะซากที่ดี โดยไม่ต้องพึ่งสารเร่งเนื้อแดงแล้ว และยังได้ศึกษาแนวทางอื่นที่จะช่วยในการเพิ่มคุณภาพซาก และนักวิชาการพบว่าโครเมียมในอาหารแก่สุกรเป็นอีกทางเลือกที่สามารถนำมาใช้ทดแทนการใช้สารเร่งเนื้อแดงได้ซึ่งการศึกษาเพื่อนำโครเมียมมาใช้เพื่อจุดประสงค์นี้ได้ทำการศึกษามากมายเพื่อให้ทราบรายละเอียดที่จะนำมาใช้ให้เหมาะสม โดยการศึกษาการเสริมโครเมียมในอาหารสุกรระยะขุนมุ่งที่จะศึกษาความสามารถในการเจริญเติบโตและลักษณะของซากในสุกรขุน ดังที่มีการศึกษาในช่วงแรก ๆ ของ Steele และคณะ (1977) เกี่ยวกับสารสังเคราะห์กลูโคสเทอโรเจนที่แพคเตอร์ ซึ่งมีโครเมียมเป็นส่วนประกอบ พบว่าเมื่อฉีดฮอร์โมนอินซูลินเข้าหลอดเลือดดำแล้วสามารถตอบสนองโดยการเกิดภาวะน้ำตาลในระบบไหลเวียนกระแสโลหิตต่ำได้มากขึ้นซึ่งชี้ให้เห็นว่าโครเมียมสามารถแสดงผลทางชีววิทยาได้เหมือนที่เกิดขึ้นในมนุษย์และหนูตามรายงานของ Mertz และคณะ (1974) งานวิจัยต่อมาได้พยายามศึกษาเพื่อประเมินผลของการเสริมโครเมียมในอาหารสุกร โดยการใช้โครเมียมในรูปสารอนินทรีย์ชนิดโครเมียมคลอไรด์ (CrCl_3) หรือในรูปสารอินทรีย์ชนิดโครเมียมพิโคลิเนต Page และคณะ (1990) ให้อาหารสุกรขุนที่มีการเสริมโครเมียม คลอไรด์ ในขนาด 30 และ 60 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัมและกลุ่มที่ไม่ได้เสริมโครเมียมในอาหารเป็นเวลา 43 วัน ไม่พบว่าโครเมียมที่เสริมเข้าไปมีผลต่ออัตราการเจริญเติบโต หรือลักษณะซาก รวมทั้งความหนาของไขมันสันหลัง (backfat thickness) พื้นที่เนื้อสันใน (loin eye area) หรือเปอร์เซ็นต์เนื้อแดง (percentage of muscling) รวมทั้งความเข้มข้นของส่วนประกอบบางตัวในซีรัมไม่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างใด Page และคณะ (1992a,b) ให้อาหารที่เสริมโครเมียมพิโคลิเนตในขนาด 200 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม และกลุ่มที่ไม่ได้รับโครเมียมพิโคลิเนตเสริมในอาหารเป็นเวลา 102 วันแก่สุกรขุน ค่าเฉลี่ยการเจริญเติบโตต่อวัน (ADG) และปริมาณการกินได้ต่อวัน (feed intake) เพิ่มขึ้นในกลุ่มที่ได้รับโครเมียมพิโคลิเนต แต่ประสิทธิภาพการใช้อาหาร (feed efficiency) เปอร์เซ็นต์หลังการตัดแต่งซาก (carcass

dressing percentage) หรือค่าความเข้มข้นต่าง ๆ ของส่วนประกอบในชีร์ม ไม่ได้รับผลกระทบใด ๆ การให้อาหารที่มีโครเมียมพิโคลิเนตในขนาด 200 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัมสามารถลดปริมาณไขมันใต้ผิวหนังที่ตำแหน่งกระดูกซี่โครงที่ 10 (10th rib fat) และเพิ่มพื้นที่เนื้อสันใน และเปอร์เซ็นต์เนื้อแดง Page และคณะ (1992a) รายงานว่าผลของโครเมียมพิโคลิเนตต่อลักษณะของซาก และโคเลสเตอรอลในชีร์มไม่เกี่ยวข้องกับลักษณะทางพันธุกรรมของสุกร และการทดลองต่อมา Page และคณะ (1992b) พบว่าการเสริมโครเมียมพิโคลิเนตไม่ทำให้ความนุ่มของซากหรือรสชาติของเนื้อสุกรเปลี่ยนแปลง

Page และคณะ(1993) ทดลองให้สุกรได้รับโครเมียมพิโคลิเนตในระดับแตกต่างกันพบว่าสุกรที่ได้รับโครเมียมในระดับ 100 หรือ 200 พีพีบี ตั้งแต่ น้ำหนักเริ่มต้น 37.8 กิโลกรัมจะมีอัตราการเจริญเติบโตต่อวันสูงกว่ากลุ่มที่ไม่ได้โครเมียมและพบว่าสามารถลดโคเลสเตอรอลในชีร์มลงได้ และพบว่าทำให้เพิ่มพื้นที่หน้าตัดของกล้ามเนื้อสันหลัง (Longissimus muscle area) และเปอร์เซ็นต์เนื้อแดง ลดปริมาณไขมันใต้ผิวหนังที่ตำแหน่งกระดูกซี่โครงที่ 10 สอดคล้องกับการทดลองของ Lindermann และคณะ (1995) พบว่าอาหารที่เสริมโครเมียมพิโคลิเนต ที่ระดับ 200 พีพีบี ในอาหารซึ่งมีไลซีนที่ระดับ 100 เปอร์เซ็นต์ตามความต้องการของไลซีนตามที่กำหนดไว้สามารถลดไขมันสันหลัง ($p < 0.04$) และเพิ่มพื้นที่หน้าตัดของกล้ามเนื้อสันหลัง ($p < 0.04$) แต่ไม่พบข้อแตกต่างในกลุ่มที่ได้รับไลซีนระดับ 120 เปอร์เซ็นต์ของความต้องการ เมื่อเปรียบเทียบระหว่างโครเมียม คลอไรด์ กับโครเมียมพิโคลิเนตซึ่งเป็นแหล่งของโครเมียมในอาหารที่แตกต่างกันพบว่าโครเมียมพิโคลิเนตมีผลในการปรับปรุงคุณภาพซากของสุกรได้ดีขึ้น ในขณะที่โครเมียมคลอไรด์ไม่มีผลต่อคุณภาพซากสุกรเลย Boleman และคณะ (1995) รายงานว่าเมื่อให้สุกรได้รับโครเมียมพิโคลิเนต ในระดับ 200 พีพีบี ในช่วงขุนคือตั้งแต่น้ำหนัก 57.2 กิโลกรัม จนถึง 106.5 กิโลกรัม สามารถเพิ่มกล้ามเนื้อและลดการสะสมไขมันลงได้ เช่นเดียวกับที่ Mooney และ Cromwell (1995) ได้ทดลองเสริมโครเมียมในอาหารให้สุกรตั้งแต่น้ำหนัก 27 กิโลกรัม จนถึง 109 กิโลกรัมโดยให้โครเมียมในขนาด 200 พีพีบี เปรียบเทียบกับกลุ่มที่ไม่ได้รับโครเมียมในอาหารเพื่อศึกษาสมรรถภาพการเจริญเติบโต ลักษณะซาก และอัตราการสะสมของเนื้อเยื่อ พบว่าการเสริมโครเมียมทำให้ค่าเฉลี่ยการเจริญเติบโตต่อวัน เพิ่มขึ้นโดยไม่กระทบต่อการกินได้ต่อวัน สามารถเพิ่มการสะสมกล้ามเนื้อทั้งหมดและในขณะเดียวกันช่วยลดการสะสมไขมันทั้งหมดในกล้ามเนื้อได้ เมื่อทำการตัดแต่งซากพบว่าได้ปริมาณของเนื้อเพิ่มขึ้นและลดปริมาณไขมันที่ได้จากการตัดแต่งซากลง Mooney และ Cromwell (1997) ยังพบว่าโครเมียมพิโคลิเนตสามารถเพิ่มอัตราการแลกเนื้อและคุณภาพซากได้อย่างมีประสิทธิภาพมากกว่าการให้โครเมียมในรูปของโครเมียมคลอไรด์ การเสริมโครเมียมในอาหารสุกรสามารถเพิ่มคุณภาพซากของสุกรได้โดยไม่ขึ้นกับสายพันธุ์ของสุกร (Mooney and Cromwell, 1999)

Berio และคณะ (1995) ทดลองการจับตัวของฮอร์โมนอินซูลินต่อเซลล์เม็ดเลือดแดงของแพะ และเซลล์ไขมันของสุกรในหลอดทดลอง โดยได้รับอาหารที่เสริมโครเมียมพิโคลิเนตในขนาด 200 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม และกลุ่มที่ไม่ได้รับโครเมียมพิโคลิเนต พบว่าฮอร์โมนอินซูลินที่เกาะติดกับเซลล์ไขมันในกลุ่มที่ได้รับโครเมียมพิโคลิเนตเพิ่มขึ้น ซึ่งชี้ให้เห็นว่าโครเมียมมีบทบาทในการทำงานของฮอร์โมนอินซูลินในสุกร

Evoek-Clover และคณะ (1993) ได้ประเมินค่าการเสริมโครเมียมพิโคลิเนตในอาหารในสุกรที่ได้รับหรือไม่ได้รับฮอร์โมนโซมาโตรฟินจากต่อมใต้สมอง (pituitary-derived porcine somatotropin; pST) การได้รับอาหารที่มีการเสริมโครเมียมพิโคลิเนตในขนาด 300 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม ไม่มีผลต่ออัตราการเจริญเติบโต ประสิทธิภาพการใช้อาหาร หรือสภาพซากของสุกรที่เลี้ยงจากน้ำหนัก 30 ถึง 60 กิโลกรัม ซึ่งไม่เกี่ยวกับการให้ pST แก่สุกร อย่างไรก็ตามการเสริมโครเมียมพิโคลิเนตในอาหารสามารถลดความเข้มข้นของฮอร์โมนอินซูลินและกลูโคสในซีรัม และปกติแล้วการเพิ่มกลูโคสและฮอร์โมนอินซูลินเป็นผลมาจากการได้รับ pST ไม่พบว่าโครเมียมพิโคลิเนตและ pST มีผลกระทบต่อกัน ในปี 1994 Evoek-Clover และSteele ทดลองให้อาหารที่เสริมโครเมียมพิโคลิเนตในขนาด 300 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม แก่สุกรระยะขุน (น้ำหนักร่างกาย 60 ถึง 90 กิโลกรัม) การเสริมโครเมียมพิโคลิเนตไม่มีผลต่อ อัตราการเจริญเติบโต การใช้อาหาร และเพิ่มเปอร์เซ็นต์ซากในสุกรกลุ่มที่ได้รับ pST

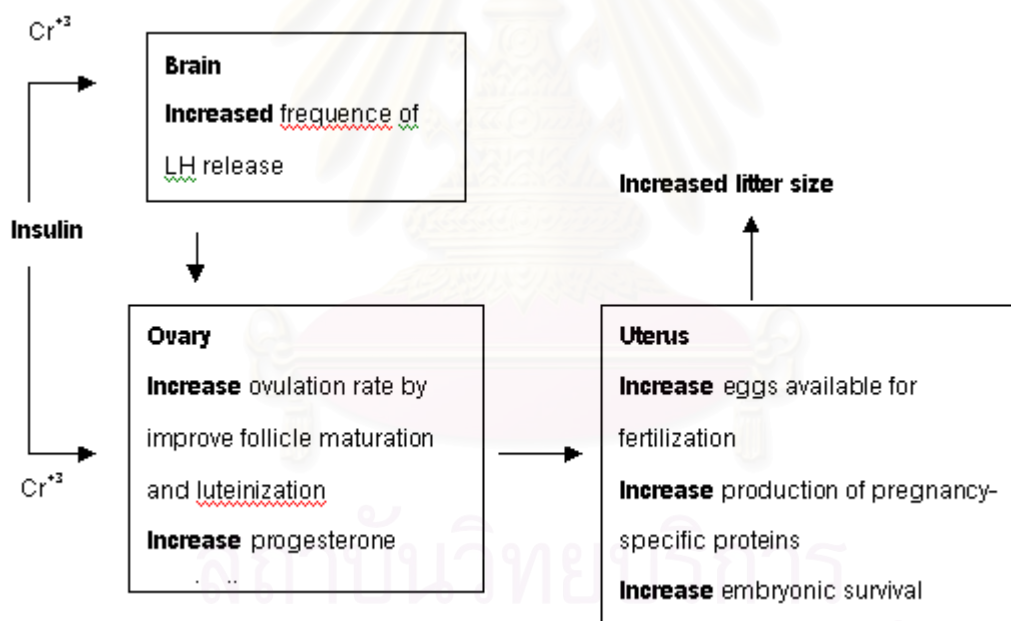
Min และคณะ (1997b) เริ่มให้อาหารสุกรตั้งแต่น้ำหนัก 20 กิโลกรัม โดยเสริมโครเมียมพิโคลิเนตในขนาด 0 ,100 , 200 หรือ 400 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัมอาหารเป็นเวลา 103 วัน พบว่าอัตราการเพิ่มน้ำหนักไม่มีผลเพิ่มขึ้นแต่ประสิทธิภาพการใช้อาหารค่อนข้างดีในกลุ่มที่ได้รับโครเมียมในขนาด 200 หรือ 400 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัมอาหาร ไขมันในซากลดลงในกลุ่มที่ได้รับโครเมียม 200 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัมอาหาร ในการทดลองในหลอดทดลองพบว่าการสลายตัวของไขมัน (lipolytic activity) และกระบวนการสร้างโปรตีนของเซลล์ไขมันที่ได้รับจากกลุ่มที่ได้รับโครเมียมขนาด 200 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัมอาหาร สูงกว่ากลุ่มควบคุม ไตรกลีเซอไรด์ในซีรัมในกลุ่มที่ได้รับโครเมียมขนาด 200 และ 400 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัมอาหารลดลงแต่กลูโคส ฮอร์โมนอินซูลิน โคเลสเตอรอล และกรดไขมัน (NEFA) ในซีรัมไม่มีการเปลี่ยนแปลงใด ๆ จากนั้น Min และคณะ (1997a) ทดลองให้อาหารเสริมโครเมียมขนาด 200 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัมอาหาร แก่สุกรที่น้ำหนัก 60 กิโลกรัม ร่วมกับการฉีด pST ทุกวัน กลุ่มที่ได้รับ pST ร่วมด้วยมีน้ำหนักและประสิทธิภาพการใช้อาหารดีขึ้น ในช่วง 52 วันของการทดลอง ไขมันในซากลดลงในกลุ่มที่ได้รับ pST ร่วมด้วย การเสริมโครเมียมในอาหารไม่มีผลกระทบต่อการทำงานของ pST หรือไม่มีผลกระทบต่อกระบวนการสร้างหรือสลายไขมันของเซลล์ไขมันในสุกร

Wenk และคณะ (1995) เปรียบเทียบผลการเสริมโครเมียมขนาด 500 ไมโครกรัมต่อ กิโลกรัมอาหารโดยแบ่งแหล่งโครเมียมเป็น โครเมียม คลอไรด์ โครเมียมพิโคลิเนต และโครเมียม ยีสต์ ในสุกรโดยเริ่มที่น้ำหนัก 27.4 กิโลกรัม จนสุกรได้น้ำหนัก 106.5 กิโลกรัม การเสริมโครเมียม คลอไรด์ในขนาด 500 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัมอาหารทำให้อัตราการเพิ่มน้ำหนักของสุกรและการใช้ อาหารดีขึ้น และมีแนวโน้มว่าการเสริมโครเมียมพิโคลิเนตและโครเมียมยีสต์มีแนวโน้มที่จะเพิ่ม ความสามารถในการเจริญเติบโตและคุณภาพซาก

จะเห็นว่าผลการทดลองการเสริมโครเมียมในอาหารในสุกรขุนค่อนข้างแตกต่างกันไปไม่ แน่นอนนัก ซึ่งเหตุผลก็ยังไม่แน่ชัด Anderson (1994) และ Mowat (1994) ตั้งข้อสังเกตบน พื้นฐานที่ได้ทำการทดลองในมนุษย์และในโคว่าอาจเนื่องจากการตอบสนองต่อการเสริมโครเมียม ในอาหารจะแสดงผลอย่างชัดเจนเมื่อสัตว์ที่ทำการทดลองอยู่ในภาวะได้รับความเครียดซึ่ง ตอบสนองต่อการทำงานของโครเมียมได้ชัดเจนกว่าในสัตว์ที่ร่างกายไม่อยู่ภายใต้ความเครียดจาก ปัจจัยต่าง ๆ เช่นแม่สุกรที่ถูกขังในช่องคลอดขณะเลี้ยงลูกจะตอบสนองต่อการเสริมโครเมียมได้ ดีกว่าแม่สุกรที่เลี้ยงลูกในคอกที่มีพื้นที่กว้างไม่ได้รับความเครียดใดมากนัก เมื่อเสริมโครเมียมให้ แม่สุกรกลุ่มหลังอาจไม่พบการเปลี่ยนแปลงใด ๆ เนื่องจากร่างกายไม่ได้รับความเครียดเท่ากับแม่ สุกรในกลุ่มแรก เนื่องจากโครเมียมเป็นแร่ธาตุอาหารที่จำเป็นในปริมาณน้อยและสามารถพบได้ใน ส่วนประกอบในสุตรอาหาร อากาศขาดโครเมียมจึงตรวจสอบได้ยากอาจพบว่ามีอาการ เช่นเดียวกับโรคเบาหวาน ซึ่งเกิดจากร่างกายขาดฮอร์โมนอินซูลิน ส่วนอาการที่มีโครเมียมไม่ เพียงพอจะพบว่าการเจริญเติบโตลดลง เนื่องจากการกลูโคสไปใช้ในเซลล์ต่ำ เป็นโรคได้ง่าย เนื่องจากร่างกายมีภูมิต้านทานต่อโรคต่ำ และอัตราการผสมติดต่ำ จึงพบว่าสุกรที่มีอัตราการ เจริญเติบโตรวดเร็วหรือการที่สุกรได้รับอาหารที่มีระดับโปรตีนสูงหรือแม่สุกรที่อยู่ในภาวะเครียด จากการตั้งท้อง และการเลี้ยงลูกของแม่สุกรจะเป็นกลุ่มที่มีโอกาสเสี่ยงสูงที่จะขาดแคลนโครเมียม เนื่องจากเมื่อมีสภาวะเครียดจะทำให้ระดับกลูโคสในระบบไหลเวียนกระแสโลหิตสูง ทำให้มีการใช้ โครเมียมในร่างกายสูง และถูกขับออกจากร่างกายทางปัสสาวะเพิ่มมากขึ้น

2.2.4.4 โครเมียมต่อสมรรถภาพของระบบสืบพันธุ์ในแม่สุกร

ความสามารถในการให้ลูกในแม่สุกรเป็นตัววัดประสิทธิภาพของระบบสืบพันธุ์ จำนวนลูกต่อครอกของแม่สุกรขึ้นอยู่กับความสามารถในการตกไข่ในช่วงเป็นสัด เนื่องจากอัตราการตกไข่สูงมีแนวโน้มว่าจำนวนลูกเกิดทั้งหมดจะสูงด้วย เนื่องจากโครเมียมไตรวาเลนต์ (Cr^{+3}) เป็นส่วนประกอบที่มีอยู่ในฮอร์โมนอินซูลินซึ่งเป็นฮอร์โมนตัวหนึ่งที่เชื่อว่ามีผลต่อการตกไข่ในแม่สุกร (Cox *et al.*, 1987) การเจริญเติบโตและพัฒนาของฟอลลิเคิลในรังไข่ให้เป็นไปอย่างสมบูรณ์ (Matamoros *et al.*, 1990) การเพิ่มระดับความเข้มข้นของฮอร์โมนอินซูลินในกระแสเลือดมีความสัมพันธ์กับการเพิ่มความเข้มข้นของฮอร์โมนโปรเจสเตอโรนในพลาสมาในระยะลูเตียล (luteal phase) (Clowes *et al.*, 1994) โดยฮอร์โมนโปรเจสเตอโรนที่หลั่งออกมาช่วงนี้มีความสัมพันธ์กับการอยู่รอดของตัวอ่อน (Pharazyn *et al.*, 1991; Jindal and Foxcroft, 1995) แสดงการทำงานของฮอร์โมนอินซูลินซึ่งมีผลต่อระบบต่าง ๆ ในรูปที่ 2 ดังนั้นจึงมีการทดลองเพื่อศึกษาว่าหากมีการเสริมโครเมียมในอาหารของแม่สุกรจะมีผลต่อระบบสืบพันธุ์โดยเฉพาะการให้ลูกในแม่สุกรได้หรือไม่



รูปที่ 2 แสดงการผลของโครเมียมไตรวาเลนต์ที่มีต่อการเพิ่มขนาดครอกในแม่สุกร (Trout, 1998)

Trout และ Newcomb (1996) ทดลองเพื่อศึกษาการทำงานของฮอร์โมนอินซูลินในสุกรสาวกลุ่มที่ได้รับ โครเมียมเสริมในอาหารระดับ 200 และ 500 พีพีบี เปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมซึ่งไม่ได้รับโครเมียม หลังจากสุกรสาวเหล่านี้ได้รับอาหารที่มีโครเมียมแล้วถูกเจาะเก็บเลือดมาตรวจหลังกินอาหารไปแล้ว 2 ชั่วโมง พบว่าอัตราส่วนระหว่างฮอร์โมนอินซูลินต่อกลูโคสต่ำกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งผลการทดลองสอดคล้องกับการทดลองของ Lindermann และคณะ (1995) โดยพบว่ามีความแตกต่างของอัตราส่วนฮอร์โมนอินซูลินต่อกลูโคสในทั้งกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองเมื่อเจาะเลือดตรวจก่อนหรือหลังกินอาหาร 1 ชั่วโมง พบว่าการทำงานของฮอร์โมนอินซูลินมีการพัฒนาดีขึ้นในสุกรสาวที่ได้รับโครเมียมขนาด 200 พีพีบี และ 500 พีพีบี และยังพบว่าความเข้มข้นของฮอร์โมนโปรเจสเทอโรนในซีรัม ในวันที่ 2 และ 3 ของวงรอบการเป็นสัด มีความสัมพันธ์กับการเพิ่มการหลังโปรตีนที่เกาะติดกับเรตินอล (retinol-binding protein) จากมดลูกและยูเทอโรเฟอริน (uteroferrin) ในวันที่ 13 ของวงรอบการเป็นสัด

Campbell (1996) ทดลองให้สุกรสาวได้รับอาหารเสริมโครเมียมในระดับ 200 พีพีบี โดยให้กินหลังจากสุกรสาวได้รับการผสมจนถึงคลอดลูกครอกแรก และให้กินต่อเนื่องจนกระทั่งแม่สุกรให้ลูกครอกที่สอง เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มทดลอง Lindermann และคณะ (1995) พบว่าการเสริมโครเมียมในอาหารในช่วงตั้งท้องไม่มีผลเพิ่มขนาดครอกแต่พบว่าในครอกลำดับที่สองต่อมาจะทำให้ขนาดครอกเพิ่มขึ้นและพบว่าโครเมียมทำให้อัตราการเข้าคลอดเพิ่มมากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.001$) โดยเพิ่มขึ้น 11 และ 13 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับท้อง สาเหตุที่ทำให้อัตราการเข้าคลอดสูงขึ้นอย่างเห็นได้ชัด เนื่องจากการได้รับโครเมียมทำให้สุขภาพโดยทั่วไปของแม่สุกรในกลุ่มทดลองดีขึ้นทำให้มีแม่สุกรตายหรือแท้งลูกน้อยกว่ากลุ่มควบคุม นอกจากนี้ยังพบว่าจำนวนแม่สุกรท้องว่าง (not in pig) เมื่อตรวจการตั้งท้องที่ 42 วันลดลงจาก 6 เปอร์เซ็นต์เหลือ 1.6 เปอร์เซ็นต์ และพบว่าแม่สุกรที่กลับมาเป็นสัดลดลงในกลุ่มที่ได้รับโครเมียม

Lindermann และคณะ (1995) รายงานว่าแม่สุกรที่ได้รับโครเมียมในอาหารในช่วงระยะการผสม ช่วงอุ้มท้องและช่วงเลี้ยงลูกสามารถให้ลูกเกิดมีชีวิตมากกว่ากลุ่มควบคุมที่ไม่ได้โครเมียมตลอดการทดลอง 2.32 ตัว และได้ลูกสุกรหย่านมในวันที่ 21 ของการเลี้ยงลูกมากกว่า 2.15 ตัวต่อครอก โดยสุกรเริ่มได้รับโครเมียมขนาด 200 พีพีบี ตั้งแต่มีน้ำหนัก 14.5 กิโลกรัม ในการทดลองเดียวกันนี้สุกรกลุ่มที่ได้รับโครเมียมขนาด 500 หรือ 1000 พีพีบี ในช่วงระยะขุนแต่ไม่ได้รับโครเมียมในช่วงที่มีการให้ลูกหรืออุ้มท้องจะมีประสิทธิภาพปานกลางคืออยู่ระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มที่ได้รับโครเมียมเต็มที่โดยพบว่าให้ลูกแรกคลอดมากกว่ากลุ่มควบคุม 1.14 ตัว และมีจำนวนลูกที่เลี้ยงในวันที่ 21 มากกว่า 1.19 ตัวต่อครอก จะพบว่าการแสดงออกของประสิทธิภาพของการสืบพันธุ์จะแสดงออกได้ดีในกลุ่มที่ได้รับโครเมียมเป็นระยะเวลาไม่นาน

Trottier และคณะ (1998) ศึกษาผลของการเสริมโครเมียมพิโคลิเนตต่อความสามารถในการให้ผลผลิตของแม่สุกรและสารถอบอโลทในกระแสดเลือด โดยให้แม่สุกรได้รับการเสริมโครเมียม พิคอลิเนต ในช่วงอู้มท้องถึงสิ้นสุดการเลี้ยงลูก โดยมีกลุ่มควบคุมซึ่งไม่ได้รับโครเมียม และกลุ่มที่ได้รับโครเมียมในขนาด 200 พีพีบี และกลุ่มที่ได้รับโครเมียมในขนาด 1000 พีพีบีในช่วง 60 วันแรกของการทดลองแล้วหลังจากนั้นได้รับโครเมียมในขนาด 200 พีพีบี ตลอดการทดลอง การทดลองนี้ได้ทำการศึกษาจนแม่สุกรให้ลูกครอกที่สาม ผลโดยรวมพบว่าขนาดครอกแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติยกเว้นในกลุ่มทดลองที่ได้รับโครเมียมพิโคลิเนตขนาด 200 พีพีบี ในการให้ลูกครอกที่สองพบว่ามีจำนวนลูกคลอดทั้งหมดและลูกคลอดมีชีวิต สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติและพบว่ากลุ่มที่ได้รับโครเมียมในตอนแรก 1000 พีพีบี แล้วได้รับต่อจากนั้น 200 พีพีบี ไม่มีการเพิ่มผลผลิตจากการเสริมโครเมียมตลอดการทดลอง ซึ่งเชื่อว่าการที่โครเมียมจะทำงานได้ดีในร่างกายจะขึ้นอยู่กับความสามารถในการสะสมปริมาณโครเมียมไว้ในเนื้อเยื่อของร่างกาย และการเสริมโครเมียมในปริมาณมากขนาด 1000 พีพีบี เป็นปริมาณที่เกินไปที่จะทำให้เกิดประสิทธิภาพการทำงานของระบบสืบพันธุ์ นอกจากนี้ยังพบว่าระดับกลูโคสในกระแสดเลือดของกลุ่มทดลองที่ตรวจหลังร่างกายได้รับอาหารไปสองชั่วโมงลดลงเร็วกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จากการทดลองนี้สรุปได้ว่าการเสริมโครเมียมในขนาด 200 พีพีบี มีแนวโน้มที่จะเพิ่มจำนวนลูกคลอดทั้งหมด และจำนวนลูกคลอดมีชีวิต แต่เมื่อให้โครเมียมขนาด 1000 พีพีบี ในช่วง 60 วันแรก และต่อด้วยโครเมียมขนาด 200 พีพีบีพบว่าไม่ทำให้ประสิทธิภาพของแม่สุกรดีขึ้น นอกจากนี้ยังพบว่าช่วงเวลาหลังอานนมถึงเป็นสัด มีแนวโน้มลดลงในการให้ลูกครอกที่หนึ่งและสองในกลุ่มที่ได้รับโครเมียม เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม การเสริมโครเมียมทำให้การนำกลูโคสออกจากกระบบไหลเวียนเลือด (glucose clearance) หลังกินอาหารและการหลั่งฮอร์โมนอินซูลินเพิ่มขึ้น

Hagen และคณะ (1998) ศึกษาผลการเสริมโครเมียมพิโคลิเนตในอาหารต่อประสิทธิภาพการให้ผลผลิตของแม่สุกรภายใต้สภาพการเลี้ยงในระบบอุตสาหกรรมโดยได้ทดลองในแม่สุกรจำนวน 4000 ตัว โดยได้รับการเสริมโครเมียมในขนาด 200 พีพีบีได้รับโครเมียมตั้งแต่น้ำหนัก 68 กิโลกรัมจนเป็นสุกรสาวทดแทน ก่อนเข้าสู่การทดลองเพื่อเป็นการเตรียมการสะสมโครเมียมในร่างกาย ส่วนในกลุ่มที่เป็นแม่สุกรนางได้รับโครเมียมเป็นเวลา 6 เดือนก่อนเข้าการทดลอง หลังจากนั้นแม่สุกรทั้งหมดที่เป็นกลุ่มทดลองได้รับอาหารเสริมโครเมียมในช่วงอู้มท้องจนถึงเลี้ยงลูกและได้รับการผสมในครั้งต่อไป พบว่าการเสริมโครเมียมสามารถทำให้ความสามารถในการผลิตของแม่สุกรเพิ่มขึ้นโดยพบว่า เปอร์เซ็นต์แม่สุกรที่เป็นสัดหลังหย่านมภายใน 7 วันมากกว่ากลุ่มควบคุม 2.7 เปอร์เซ็นต์ และกลุ่มที่ได้รับโครเมียมมีจำนวนลูกคลอดทั้งหมด มากกว่า 0.37 ตัว ต่อครอก และมี

จำนวนลูกหย่านมมากกว่า 0.33 ตัวต่อครอก และการทดลองนี้พบว่าจำนวนแม่ที่ถูกคัดทิ้งน้อยกว่ากลุ่มควบคุม 1.57 เปอร์เซ็นต์

Liao และคณะ (1998) ศึกษาอิทธิพลของการเสริมโคโรเมียมพิโคลิเน็ตในอาหารต่อความสามารถในการแสดงออกทางระบบสืบพันธุ์ของแม่สุกรในช่วงอุ้มท้อง ช่วงให้นม และความสามารถในการเจริญเติบโตของลูกสุกร โดยแบ่งสุกรสาวพันธุ์ผสมแลนเรซผสมลาร์จไวท์จำนวน 54 ตัว ออกเป็นสามกลุ่ม ให้กินอาหารที่มีการเสริมโคโรเมียมที่ระดับ 0, 200 และ 400 พีพีบี ในช่วงอุ้มท้องและช่วงให้นมลูก สังเกตการเปลี่ยนแปลงของน้ำหนักร่างกายในช่วงอุ้มท้องและช่วงเลี้ยงลูก ช่วงเวลาระหว่างหย่านมถึงได้รับการผสม อัตราการอยู่รอดของลูกสุกร ซึ่งค่าเหล่านี้ใช้เป็นเกณฑ์ในการประเมินประสิทธิภาพในการใช้โคโรเมียมในแม่สุกรที่อยู่ในช่วงที่มีการสืบพันธุ์ การเสริมโคโรเมียมที่ระดับ 400 พีพีบี ทำให้แม่สุกรสาวมีน้ำหนักช่วงอุ้มท้องเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) และช่วยลดระยะเวลาจากหย่านมถึงเป็นสัดในแม่สุกรนางได้อย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) แต่ไม่พบว่าโคโรเมียมมีผลใด ๆ ต่อการเจริญเติบโตและการอยู่รอดของลูกสุกร

Lin และคณะ (1999) ศึกษาผลของโคโรเมียมในรูปของโคโรเมียมพิโคลิเน็ต ต่อการแสดงออกของระบบสืบพันธุ์ในแม่สุกรสาว โดยแบ่งแม่สุกรสาวสองสายจำนวน 30 ตัวออกเป็นสามกลุ่ม โดยแต่ละกลุ่มจะได้รับโคโรเมียมระดับต่างกันในอาหารคือ 0, 200 และ 400 พีพีบี โดยสุกรสาวได้รับอาหารในการทดลองหลังจากการผสม การเสริมโคโรเมียมในอาหารไม่มีผลกระทบต่อเปลี่ยนแปลงน้ำหนักในช่วงให้นมลูก แต่ในกลุ่มที่ได้รับโคโรเมียมขนาด 200 พีพีบี สามารถลดความหนาของไขมันใต้หนังบริเวณสันหลังลง อย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) ในแต่ละกลุ่มการทดลองพบว่าจำนวนลูกทั้งหมดและน้ำหนักครอกในทั้งสามกลุ่มทดลอง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่อย่างไรก็ตามปรากฏว่าในกลุ่มที่ได้รับโคโรเมียม ขนาด 200 พีพีบี มีแนวโน้มว่าจะให้ลูกต่อครอกมากกว่าถึง 0.63 ตัว และมีน้ำหนักหย่านมมากกว่า 4.97 กิโลกรัม และมีเปอร์เซ็นต์ของลูกสุกรรอดหลังหย่านมรวมต่อครอกสูงกว่าถึง 5.28 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้พบว่าในกลุ่มที่ได้รับโคโรเมียมขนาด 400 พีพีบี มี อิมมูโนโกลอบบูลิน จี (immunoglobulin G) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) และพบการเพิ่มขึ้นของอิมมูโนโกลอบบูลิน จี ในน้ำนมแม่สุกรสาว ($p < 0.07$) Ramirez และคณะ (1993) สังเกตเห็นว่าการเพิ่มการทำงานของฮอร์โมนอินซูลินและเพิ่มความไวต่อฮอร์โมนอินซูลินของเซลล์ ผ่านการเสริมโคโรเมียม จะมีผลต่อทั้งความสมบูรณ์พันธุ์และเพิ่มขนาดครอกได้

จะเห็นว่านอกจากโคโรเมียมจะมีผลต่อความสมบูรณ์พันธุ์ของแม่สุกรโดยผ่านการเพิ่มการทำงานของฮอร์โมนอินซูลินต่อการเมแทบอลิซึมกลูโคสแล้วโคโรเมียมยังมีแนวโน้มที่จะทำให้แม่สุกรมีสุขภาพโดยรวมดีขึ้น ซึ่งอาจเป็นผลให้แม่สุกรมีอัตราการเข้าคลอดเพิ่มขึ้นและเพิ่มการทำงานของระบบภูมิคุ้มกันได้ด้วย

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 คำถามของการวิจัย

1. การเสริมโครเมียมยีสต์ในอาหารให้สุกรได้กินโดยตลอดตั้งแต่หย่านมจนถึงเป็นสัดหลังหย่านมลูกครอกที่สองสามารถเพิ่มจำนวนลูกสุกรแรกคลอดทั้งหมดได้หรือไม่
2. การเสริมโครเมียมยีสต์ในอาหารให้สุกรได้กินโดยตลอดตั้งแต่หย่านมจนถึงเป็นสัดหลังหย่านมลูกครอกที่สองสามารถเพิ่มจำนวนลูกสุกรแรกคลอดมีชีวิตได้หรือไม่
3. การเสริมโครเมียมยีสต์ในอาหารให้สุกรได้กินโดยตลอดตั้งแต่หย่านมจนถึงเป็นสัดหลังหย่านมลูกครอกที่สองสามารถลดจำนวนลูกตายแรกคลอดได้หรือไม่
4. การเสริมโครเมียมยีสต์ในอาหารให้สุกรได้กินโดยตลอดตั้งแต่หย่านมจนถึงเป็นสัดหลังหย่านมลูกครอกที่สองสามารถลดจำนวนลูกกรอกได้หรือไม่
5. การเสริมโครเมียมยีสต์ในอาหารให้สุกรได้กินโดยตลอดตั้งแต่หย่านมจนถึงเป็นสัดหลังหย่านมลูกครอกที่สองสามารถลดช่วงเวลาระยะหย่านมถึงเป็นสัดได้หรือไม่

3.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. ศึกษาเปรียบเทียบค่าตัวชี้วัดของสมรรถภาพการสืบพันธุ์ในแม่สุกร ที่ได้รับการเสริมโครเมียมยีสต์ในอาหาร ประกอบด้วย จำนวนลูกคลอดทั้งหมด จำนวนลูกคลอดมีชีวิต จำนวนลูกตายแรกคลอด จำนวนลูกกรอก ระยะเวลาระยะหย่านมถึงเป็นสัด
2. ศึกษาสุขภาพโดยรวมของแม่สุกรที่ได้รับโครเมียมในอาหาร

สถาบันวิจัยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.3 สมมติฐานของการวิจัย

1. การเสริมโครเมียมยีสต์ในอาหารให้สุกรได้กินโดยตลอดตั้งแต่หย่านมจนถึงเป็นสัดหลังหย่านมลูกครอกที่สองสามารถเพิ่มจำนวนลูกสุกรแรกคลอดทั้ง
2. การเสริมโครเมียมยีสต์ในอาหารให้สุกรได้กินโดยตลอดตั้งแต่หย่านมจนถึงเป็นสัดหลังหย่านมลูกครอกที่สองสามารถเพิ่มจำนวนลูกสุกรแรกคลอดมีชีวิตได้
3. การเสริมโครเมียมยีสต์ในอาหารให้สุกรได้กินโดยตลอดตั้งแต่หย่านมจนถึงเป็นสัดหลังหย่านมลูกครอกที่สองสามารถลดจำนวนลูกตายแรกคลอดได้
4. การเสริมโครเมียมยีสต์ในอาหารให้สุกรได้กินโดยตลอดตั้งแต่หย่านมจนถึงเป็นสัดหลังหย่านมลูกครอกที่สองสามารถลดจำนวนลูกกรอกได้
5. การเสริมโครเมียมยีสต์ในอาหารให้สุกรได้กินโดยตลอดตั้งแต่หย่านมจนถึงเป็นสัดหลังหย่านมลูกครอกที่สองสามารถลดช่วงเวลาระยะหย่านมถึงเป็นสัดได้

3.4 ประชากร

ตัวอย่างและเกณฑ์การคัดเลือกตัวอย่าง

ตัวอย่าง

การศึกษานี้ได้ทดลองในแม่สุกรในฟาร์มขนาด 1,500 แม่แห่งหนึ่งใน อ.เมือง จ.นครพนม ซึ่งผลิตสุกรขุนสามสายพันธุ์ โดยมีขั้นตอนการเตรียมตัวอย่างดังนี้

1. การเตรียมสัตว์เพื่อใช้ในการทดลอง ลูกสุกรเพศเมียหย่านมสองสายพันธุ์แลนด์เรซผสม ลาร์จไวท์ (LRxLW) น้ำหนักเมื่อหย่านมเฉลี่ย 6 กิโลกรัม จำนวน 180 ตัวแบ่งเป็น สองกลุ่ม คือ กลุ่มควบคุม และกลุ่มทดลอง กลุ่มละ 90 ตัว

2. การคัดเลือกสุกรสาวทดแทนเข้าสู่การทดลอง คัดสุกรสาวสองสายพันธุ์ทดแทน น้ำหนัก 90 กิโลกรัมที่ได้รับโครเมียมมาตั้งแต่น้ำหนัก 6 กิโลกรัม จากขั้นตอนการเตรียม สัตว์ทดลอง จำนวน 70 ตัว เป็นกลุ่มทดลอง และคัดเลือกสุกรสาวน้ำหนัก 90 กิโลกรัมที่ไม่ได้รับโครเมียมในขั้นตอนการเตรียมสัตว์ทดลองมาเป็นกลุ่มควบคุมจำนวน 70 ตัว

3.5 เกณฑ์ในการคัดเลือกเข้ามาศึกษา

1. ในขั้นตอนการเตรียมสัตว์ทดลองเลือกลูกสุกรหย่านมเพศเมียสองสายที่มีน้ำหนักหย่านมอย่างน้อย 6 กิโลกรัม
2. ในการเลือกสุกรสาวทดแทนเข้าสู่การทดลอง เลือกคัดสุกรสาวทดแทนที่มีน้ำหนักอย่างน้อย 90 กิโลกรัมและมีลักษณะที่เหมาะสมในการเป็นแม่พันธุ์มาจากกลุ่มที่ได้รับโครเมียมตั้งแต่น้ำหนัก 6 กิโลกรัมจากขั้นตอนการเตรียมสัตว์ทดลองและมีลักษณะที่เหมาะสมในการเป็นแม่พันธุ์
3. คัดแม่สุกรสาวทดแทนที่มีน้ำหนักอย่างน้อย 90 กิโลกรัมโดยเป็นสุกรสาวที่ไม่ได้รับการเสริมโครเมียมในขั้นตอนการเตรียมสัตว์ทดลองมาเป็นกลุ่มควบคุมและมีลักษณะที่เหมาะสมในการเป็นแม่พันธุ์
4. เป็นแม่สุกรที่มีความสมบูรณ์พันธุ์ที่ไม่มีปัญหาไม่เป็นสัด หรือผสมไม่ติด หรือความผิดปกติของระบบสืบพันธุ์ซึ่งเกณฑ์นี้จะใช้พิจารณาในระหว่างการทดลองช่วงให้ลูกท้องแรกและท้องที่สอง

3.6 เกณฑ์ในการตัดออกจากการศึกษา

1. ในขั้นเตรียมสัตว์ทดลอง ลูกสุกรที่มีสุขภาพไม่แข็งแรง มีอาการไอ ท้องเสีย ขนฟู น้ำหนักไม่ถึง 6 กิโลกรัม
2. สุกรสาวทดแทนที่น้ำหนักไม่ถึง 90 กิโลกรัม มีลักษณะที่ไม่เหมาะสมเป็นแม่พันธุ์สุขภาพไม่แข็งแรงไม่สมบูรณ์พอที่จะเป็นแม่พันธุ์ และไม่แสดงการเป็นสัด
3. แม่สุกรที่ไม่แสดงอาการเป็นสัดหลังจากหย่านมในการให้ลูกท้องแรกและท้องที่สองซึ่งเกิดขึ้นในระหว่างการทดลอง หรือมีปัญหาด้านสุขภาพอื่นเช่น ขาเจ็บ ขาแบะซึ่งทำให้ไม่สามารถอุ้มท้องจนครบกำหนดได้

3.7 วิธีการเลือกตัวอย่าง

1. ในขั้นตอนการเตรียมสัตว์ทดลอง เลือกลูกสุกรหย่านมแบบสุ่มโดยแบ่งเป็นสองกลุ่มคือ กลุ่มควบคุมจำนวน 90 ตัว และกลุ่มทดลองจำนวน 90 ตัว จดบันทึกเบอร์หูลูกสุกรแต่ละตัวแล้ว จดบันทึกวันเกิด และน้ำหนัก

2. ในการทดลองใช้สุกรสาวที่ผ่านการเตรียมสัตว์ทดลองโดยกลุ่มที่ได้รับโครเมียมเป็นกลุ่มทดลองจำนวน 70 ตัว และกลุ่มที่ไม่ได้รับโครเมียมเป็นกลุ่มควบคุมจำนวน 70 ตัว จดบันทึกเบอร์หู และน้ำหนักเมื่อเข้าสู่การทดลอง ตรวจสอบสุขภาพของสุกร เลือกตัวที่สุขภาพดีและมีลักษณะสมบูรณ์

3.8 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. โครเมียมในรูปแบบ โครเมียมยีสต์ (Lactosacc® , Alltech Inc, USA.)
2. อาหารที่ใช้ในการเลี้ยงสุกรในแต่ละระยะของการเจริญเติบโต ดังนี้

ตารางที่ 1 แสดงชนิดของอาหารที่ใช้และคุณค่าทางอาหารที่ใช้ในการทดลอง

ของอาหารชนิด	โปรตีน (เปอร์เซ็นต์)	พลังงาน (แคลลอรี่)
อาหารลูกสุกรเลียราง	20.5	3300
อาหารสุกรอนุบาล	20	3300
อาหารสุกรเล็ก	17	3000
อาหารสุกรระยะรุ่น	15	3000
อาหารสุกรระยะขุน	14	3000
อาหารแม่พันธุ์อู๋มท้อง	15	2800
อาหารแม่สุกรให้นม	15	3150

3.9 วิธีการศึกษา

การทดลองในภาคสนาม

1. ในขั้นตอนการเตรียมสัตว์ทดลองเริ่มในสุกรหย่านมที่มีน้ำหนัก 6 กิโลกรัม โดยแบ่งเป็นสองกลุ่ม แบ่งเป็นกลุ่มที่ได้รับโครเมียมเสริมในขนาด 200 พีพีบี และกลุ่มที่ไม่ได้รับโครเมียมเสริมในอาหาร โดยให้ผสมในอาหารที่กินทุกวันจนลูกสุกรเหล่านี้ เจริญเติบโตจนมีน้ำหนัก 90 กิโลกรัม ลูกสุกรทั้งสองกลุ่มเลี้ยงภายในโรงเรือนเดียวกัน

2. เลือกสุกรสาวทดแทนจากขั้นตอนการเตรียมสัตว์ทดลอง โดยเริ่มตั้งแต่สุกรสาวมีน้ำหนัก 90 กิโลกรัมขึ้นไปโดยแบ่งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

2.1 กลุ่มควบคุม สุกรสาวในกลุ่มควบคุมได้รับอาหารตามปกติไม่มีการเสริมโครเมียมยีสต์ในอาหารจนกระทั่งสิ้นสุดระยะการหย่านมในการเลี้ยงลูกในครอกที่สอง

2.2 กลุ่มทดลอง สุกรสาวในกลุ่มทดลองได้รับอาหารตามปกติและมีการเสริมโครเมียมยีสต์ในขนาด 200 พีพีบี ในอาหารของแต่ละระยะการเลี้ยง เช่น อาหารสุกรสาวทดแทน อาหารแม่ขุ่มท้อง และอาหารแม่เลี้ยงลูก โดยวิธีตัดโครเมียมยีสต์โรยบนอาหารเมื่ออาหารที่ได้รับอยู่ในรูปอาหารเม็ด อาหารที่เป็นอาหารเม็ดได้แก่ อาหารแม่ขุ่มท้อง และอาหารแม่เลี้ยงลูก ส่วนอาหารผงใช้การผสมโครเมียมในอาหารในอัตราส่วน 200 พีพีบี ได้แก่อาหารสุกรสาวทดแทน แม่สุกรในกลุ่มนี้จะได้รับโครเมียมเสริมในอาหารจนเป็นสัปดาห์หลังระยะหย่านมในการให้ลูกในครอกที่สอง

2.3 เมื่อสุกรสาวทดแทนแสดงอาการเป็นสัปดาห์ที่สองจะถูกผสมพันธุ์โดยวิธีการผสมเทียม 100 เปอร์เซ็นต์คือครั้งแรกที่ถูกผสมและครั้งที่สองที่ถูกผสมจะเป็นการผสมเทียม เมื่อตรวจการตั้งท้องพบว่าแม่สุกรตั้งท้องถูกนำไปเลี้ยงในของขุ่มท้อง ส่วนแม่สุกรที่ไม่เป็นสัปดาห์หรือกลับมาแสดงอาการเป็นสัปดาห์จะถูกคัดออกจากการทดลอง

2.4 เมื่อแม่สุกรหย่านมท้องแรกแล้วแสดงการเป็นสัปดาห์จะถูกผสมเพื่อการตั้งท้องครั้งที่สองแม่สุกรที่ไม่แสดงอาการเป็นสัปดาห์จะถูกคัดทิ้งไปซึ่งจะให้โอกาสถึง 42 วันหลังหย่านมและแม่สุกรจะถูกผสมโดยการผสมเทียมทุกครั้งเมื่อตรวจว่าตั้งท้องจึงนำไปเลี้ยงในของขุ่มท้องจนแม่สุกรคลอดลูกและเลี้ยงลูกจนเป็นสัปดาห์หลังหย่านมท้องที่สองถือว่าสิ้นสุดการทดลอง

3.10 การสังเกตและการวัด

1. ตัวแปรหลัก คือ การได้รับอาหารเสริมโครเมียม
2. ตัวแปรตาม คือ จำนวนลูกคลอดทั้งหมด จำนวนลูกคลอดมีชีวิต จำนวนลูกตายแรกคลอด จำนวนลูกกรอก ช่วงเวลาระหว่างหย่านมถึงเป็นสัด ของการให้ลูกในครอกแรกและครอกที่สอง

3.11 การรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

1. เก็บรวบรวมข้อมูลค่าดัชนีวัดประสิทธิภาพการสืบพันธุ์ของแม่สุกรซึ่งรวบรวมดัชนีเหล่านี้ในการให้ลูกครอกแรกและการให้ลูกครอกที่สอง โดยมีค่าดัชนีวัดประสิทธิภาพการสืบพันธุ์ดังนี้

- 1.1 จำนวนลูกคลอดทั้งหมด
- 1.2 จำนวนลูกคลอดมีชีวิต
- 1.3 จำนวนลูกตายแรกคลอด
- 1.4 จำนวนลูกกรอก
- 1.5 ช่วงเวลาระหว่างหย่านมถึงเป็นสัด

2. เปรียบเทียบค่าดัชนีวัดประสิทธิภาพการสืบพันธุ์ ได้แก่ จำนวนลูกคลอดทั้งหมด จำนวนลูกคลอดมีชีวิต จำนวนลูกตายแรกคลอด จำนวนลูกกรอก ช่วงเวลาระหว่างหย่านมถึงเป็นสัด ของการให้ลูกในครอกแรกระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

3. เปรียบเทียบค่าดัชนีวัดประสิทธิภาพการสืบพันธุ์ ได้แก่ จำนวนลูกคลอดทั้งหมด จำนวนลูกคลอดมีชีวิต จำนวนลูกตายแรกคลอด จำนวนลูกกรอก ช่วงเวลาระหว่างหย่านมถึงเป็นสัด ของการให้ลูกในครอกที่สองระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

4. ในการทดสอบทางสถิติ Student T-test ในการวิเคราะห์โดยกำหนดระดับนัยสำคัญที่ $\alpha=0.05$ ซึ่งการวิเคราะห์ทางสถิติทั้งหมดจะวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรม SPSS for Windows®

3.12 ระยะเวลาในการศึกษา

ระหว่างเดือนมีนาคม 2541 ถึงมีนาคม 2543

3.13 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับการวิจัย

1. เพิ่มทางเลือกในการเพิ่มสมรรถภาพการสืบพันธุ์ในแม่สุกรโดยการจัดการด้านอาหาร
2. ลดความสูญเสียสุกรสาวทดแทน เพิ่มเปอร์เซ็นต์การคัดสุกรสาวทดแทนและเพิ่มความสามารถพันธุ์และสุขภาพของแม่สุกรให้ดีขึ้น
3. เพิ่มทางเลือกในการจัดการเพื่อเพิ่มจำนวนลูกแรกคลอด



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 4

ผลการทดลอง

4.1 ผลการทดลองและผลการเปรียบเทียบข้อมูล

4.1.1 สมรรถภาพของระบบสืบพันธุ์ในแม่สุกรท้องแรก

ผลการศึกษาการเสริมโครเมียมในอาหารต่อสมรรถภาพของระบบสืบพันธุ์ในแม่สุกรสาวท้องแรก โดยมีแม่สุกรสาวที่สามารถคลอดลูกท้องแรกจากกลุ่มควบคุมจำนวน 54 ตัว และจากกลุ่มทดลองจำนวน 69 ตัว พบว่า

จำนวนลูกคลอดทั้งหมดเท่ากับ 9.50 ± 2.52 ตัว ในกลุ่มควบคุม และเท่ากับ 9.94 ± 2.24 ตัว ในกลุ่มทดลอง ($\bar{X} \pm SD$) ค่าเฉลี่ยของจำนวนลูกคลอดทั้งหมดระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$)

จำนวนลูกมีชีวิตเท่ากับ 8.70 ± 2.78 ตัว ในกลุ่มควบคุม และเป็น 9.30 ± 2.47 ตัว ในกลุ่มทดลอง ค่าเฉลี่ยของจำนวนลูกมีชีวิตระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$)

จำนวนลูกตายแรกคลอดเท่ากับ 0.44 ± 0.79 ตัวในกลุ่มทดลอง และ 0.46 ± 1.24 ตัว ในกลุ่มทดลอง ค่าเฉลี่ยจำนวนลูกตายแรกคลอดระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$)

จำนวนลูกกรอกเท่ากับ 0.33 ± 1.24 ตัวในกลุ่มควบคุม และ 0.17 ± 0.54 ตัว ในกลุ่มทดลอง ค่าเฉลี่ยจำนวนลูกกรอกระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$)

ช่วงเวลาระหว่างหย่านมถึงเป็นสัดเท่ากับ 8.41 ± 8.13 วัน ในกลุ่มควบคุม และเท่ากับ 6.86 ± 4.38 วันในกลุ่มทดลอง ค่าเฉลี่ยช่วงเวลาระหว่างหย่านมถึงเป็นสัดระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$)

โดยในกลุ่มทดลองใช้เวลาเลี้ยงลูกเท่ากับ 18.58 ± 1.02 วัน และในกลุ่มทดลองใช้เวลาเลี้ยงลูกเป็น 18.55 ± 1.05 วัน โดยใช้เวลาเลี้ยงลูกหรือหย่านมในเวลาไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) ได้แสดงผลการทดลองในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงการเปรียบเทียบสมรรถภาพการสืบพันธุ์ของแม่สุกรสาวซึ่งได้รับการเสริมโครเมียมในอาหารและกลุ่มที่ไม่ได้รับโครเมียมในการคลอดลูกครอกแรก

ดัชนีวัดสมรรถภาพการสืบพันธุ์	กลุ่มควบคุม $\bar{X} \pm SD(\text{range})$	กลุ่มทดลอง $\bar{X} \pm SD(\text{range})$	P-value
จำนวนลูกคลอดทั้งหมด(ตัว)	9.50 \pm 2.52(3-15)	9.94 \pm 2.24(3-16)	NS
จำนวนลูกคลอดมีชีวิต(ตัว)	8.70 \pm 2.79(0-15)	9.3 \pm 2.46(0-14)	NS
จำนวนลูกตายแรกคลอด(ตัว)	0.44 \pm 0.79(0-4)	0.46 \pm 1.24(0-9)	NS
จำนวนลูกกรอก(ตัว)	0.33 \pm 1.24(0-8)	0.17 \pm 0.54(0-3)	NS
ระยะเวลาเลี้ยงลูก(วัน)	18.58 \pm 1.02(17-20)	18.55 \pm 1.05(17-21)	NS
ช่วงเวลาระหว่างหย่านมถึงเป็นสัด(วัน)	8.41 \pm 8.13(4-51)	6.86 \pm 4.38(2-23)	NS

NS= p >0.05

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.1.2 สมรรถภาพของระบบสืบพันธุ์ในแม่สุกรท้องที่สอง

ผลการศึกษการเสริมโครเมียมในอาหารต่อสมรรถภาพของระบบสืบพันธุ์ในแม่สุกรสาวท้องที่สอง โดยมีแม่สุกรสามารถเข้าสู่การให้ลูกในครอกที่สองจากกลุ่มควบคุมจำนวน 44 ตัว และกลุ่มทดลองจำนวน 64 ตัว พบว่า

จำนวนลูกคลอดทั้งหมดเท่ากับ 9.61 ± 2.21 ตัว ในกลุ่มควบคุม และเท่ากับ 9.95 ± 2.7 ตัว ในกลุ่มทดลอง ($\bar{X} \pm SD$) ค่าเฉลี่ยของจำนวนลูกคลอดทั้งหมดระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$)

จำนวนลูกมีชีวิตเท่ากับ 9.02 ± 2.18 ตัว ในกลุ่มควบคุม และเท่ากับ 9.17 ± 2.69 ตัว ในกลุ่มทดลอง ค่าเฉลี่ยของจำนวนลูกมีชีวิตระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$)

จำนวนลูกตายแรกคลอดเท่ากับ 0.48 ± 0.85 ตัว ในกลุ่มควบคุมและ 0.55 ± 0.71 ตัว ในกลุ่มทดลอง ค่าเฉลี่ยจำนวนลูกตายแรกคลอดระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$)

จำนวนลูกกรอกเท่ากับ 0.11 ± 0.38 ตัว ในกลุ่มควบคุม และ 0.23 ± 0.58 ตัว ในกลุ่มทดลอง ค่าเฉลี่ยจำนวนลูกกรอกระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$)

ช่วงเวลาระหว่างหย่านมถึงเป็นสัดเท่ากับ 8.39 ± 8.75 วัน ในกลุ่มควบคุม และเท่ากับ 6.98 ± 4.55 วัน ในกลุ่มทดลอง ค่าเฉลี่ยของช่วงเวลาระหว่างหย่านมถึงเป็นสัดระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$)

โดยในกลุ่มทดลองใช้เวลาเลี้ยงลูกเท่ากับ 18.73 ± 0.86 วัน และในกลุ่มทดลองใช้เวลาเลี้ยงลูกเท่ากับ 18.91 ± 0.71 วัน โดยใช้เวลาเลี้ยงลูกหรือหย่านมในเวลาไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) ได้แสดงผลการทดลองในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 แสดงการเปรียบเทียบสมรรถภาพการสืบพันธุ์ของแม่สุกรสาวซึ่งได้รับการเสริมโครเมียมในอาหารและกลุ่มที่ไม่ได้รับโครเมียมในการคลอดลูกครอกสอง

ดัชนีวัดสมรรถภาพการสืบพันธุ์	กลุ่มควบคุม $\bar{X} \pm SD(\text{range})$	กลุ่มทดลอง $\bar{X} \pm SD(\text{range})$	P-value
จำนวนลูกคลอดทั้งหมด(ตัว)	9.61 \pm 2.21(3-13)	9.95 \pm 2.71(4-15)	NS
จำนวนลูกคลอดมีชีวิต(ตัว)	9.02 \pm 2.18(3-13)	9.17 \pm 2.69(4-15)	NS
จำนวนลูกตายแรกคลอด(ตัว)	0.48 \pm 0.84(0-4)	0.55 \pm 0.71(0-2)	NS
จำนวนลูกกรอก(ตัว)	0.11 \pm 0.38(0-2)	0.23 \pm 0.58(0-3)	NS
ระยะเวลาเลี้ยงลูก(วัน)	18.73 \pm 0.86(17-21)	18.91 \pm 0.71(18-20)	NS
ช่วงเวลาระหว่างหย่านมถึงเป็นสัด (วัน)	8.39 \pm 8.75(4-52)	6.98 \pm 4.55(4-30)	NS

NS= p >0.05

เมื่อมีการเสริมโครเมียมยีสต์ในอาหารสุกรสาวทดแทนและแม่สุกรนางแล้วเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม พบว่าให้ข้อแตกต่างระหว่างดัชนีที่ทำการวัดในแต่ละลำดับข้อดังนี้

ในลำดับข้อที่ 1 จำนวนลูกคลอดทั้งหมดในกลุ่มทดลองมากกว่ากลุ่มควบคุม 0.44 ตัว จำนวนลูกคลอดมีชีวิตในกลุ่มทดลองมากกว่ากลุ่มควบคุม 0.64 ตัว จำนวนลูกตายแรกคลอดในกลุ่มทดลองมากกว่ากลุ่มควบคุม 0.02 ตัว จำนวนลูกกรอกในกลุ่มทดลองน้อยกว่ากลุ่มควบคุม 0.16 ตัว และมีระยะเวลาหลังหย่านมถึงเป็นสัดในกลุ่มทดลองน้อยกว่ากลุ่มควบคุม 1.54 วัน

ในลำดับข้อที่ 2 จำนวนลูกคลอดทั้งหมดในกลุ่มทดลองมากกว่ากลุ่มควบคุม 0.34 ตัว จำนวนลูกคลอดมีชีวิตในกลุ่มทดลองมากกว่ากลุ่มควบคุม 0.15 ตัว จำนวนลูกตายแรกคลอดในกลุ่มทดลองมากกว่ากลุ่มควบคุม 0.07 ตัว จำนวนลูกกรอกในกลุ่มทดลองมากกว่ากลุ่มควบคุม 0.12 ตัว และมีระยะเวลาหลังหย่านมถึงเป็นสัดในกลุ่มทดลองน้อยกว่ากลุ่มควบคุม 1.41 วัน ดังแสดงใน ตารางที่ 4

ตารางที่ 4 แสดงผลเปรียบเทียบความแตกต่างค่าดัชนีวัดสมรรถภาพการสืบพันธุ์ในกลุ่มแม่สุกรที่ได้
รับการเสริมโครเมียมอีสต์กับกลุ่มควบคุมในการให้ลูก 2 ครอก

เปรียบเทียบสมรรถภาพระหว่าง	ลำดับท้องที่ 1	ลำดับท้องที่ 2
กลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม		
จำนวนลูกคลอดทั้งหมด(ตัว)	+0.44	+0.34
จำนวนลูกคลอดมีชีวิต(ตัว)	+0.60	+0.15
จำนวนลูกตายแรกคลอด(ตัว)	+0.02	+0.07
จำนวนลูกกรอก(ตัว)	-0.16	+0.12
ระยะเวลาหลังหย่านมถึงเป็นสัด (วัน)	-1.54	-1.41

เมื่อมีการเสริมโครเมียมอีสต์ในอาหารสุกรสาวทดแทนและแม่สุกรนางแล้วเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มที่ได้รับโครเมียมอีสต์เสริมในอาหารมีการค้ำตั้งแม่สุกรน้อยกว่ากลุ่มควบคุม เมื่อแม่สุกรให้ลูกในลำดับท้องแรกแล้วพบว่าแม่สุกรกลุ่มทดลองถูกค้ำตั้งหลังหย่านมจำนวน 5 ตัว (5.8 เปอร์เซ็นต์) และกลุ่มควบคุมถูกค้ำตั้ง 10 ตัว (14.7 เปอร์เซ็นต์) และหลังจากแม่สุกรให้ลูกในลำดับท้องที่ 2 แม่สุกรกลุ่มทดลองถูกค้ำตั้งหลังหย่านมจำนวน 5 ตัว (5.8 เปอร์เซ็นต์) และกลุ่มควบคุมถูกค้ำตั้งจำนวน 7 ตัว (10.3 เปอร์เซ็นต์) ดังแสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 แสดงจำนวนของสุกรที่ถูกค้ำตั้งในระยะต่าง ๆ เปรียบเทียบระหว่างกลุ่มที่ได้รับโครเมียม
อีสต์เสริมในอาหารกับกลุ่มควบคุมตลอดการทดลอง

ระยะของการทดลอง	จำนวนแม่สุกรที่ถูกค้ำตั้ง (%)	
	กลุ่มควบคุม(68 ตัว)	กลุ่มทดลอง (86 ตัว)
ลำดับท้องที่ 1	10 (14.7%)	5 (5.8%)
ลำดับท้องที่ 2	7 (10.3%)	5 (5.8%)
จำนวนสุกรถูกค้ำตั้งทั้งหมด	31 (45.6%)	27 (31.2%)

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

5.1 การอภิปรายผลการทดลอง

จากการศึกษาการเสริมโครเมียมยีสต์ระดับ 200 พีพีบี ผสมในอาหารในแม่สุกร โดยให้กินตั้งแต่ขั้นตอนเตรียมสัตว์ทดลองคือ เริ่มให้สุกรได้รับโครเมียมยีสต์เมื่อตั้งแต่น้ำหนักเฉลี่ย 6 กิโลกรัม และได้รับการเสริมโครเมียมยีสต์ในอาหารมาตลอดการทดลอง โดยให้ได้รับโครเมียมยีสต์ผสมในอาหารจนกระทั่งเข้าสู่การทดลองโดยเป็นสุกรสาวทดแทน และผ่านการผสมพันธุ์และตั้งท้อง ท้องแรก และสิ้นสุดเมื่อหย่านมลูกท้องที่สอง เปรียบเทียบกับกลุ่มที่ไม่ได้รับการเสริมโครเมียมในอาหารตลอดการทดลอง ในการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของระบบสืบพันธุ์ในที่นี้เลือกใช้ดัชนีที่วัดประสิทธิภาพระบบสืบพันธุ์ห้าตัวหลักคือ จำนวนลูกคลอดทั้งหมด จำนวนลูกมีชีวิต จำนวนลูกตายแรกคลอด จำนวนลูกกรอก และช่วงเวลาระหว่างหย่านมถึงเป็นสัด โดยได้ศึกษาเปรียบเทียบในแต่ละการคลอดลูกในท้องแรกและท้องที่สอง ซึ่งจากผลการทดลองสามารถอภิปรายผลการทดลองได้ดังต่อไปนี้

5.1.1 สมรรถภาพของระบบสืบพันธุ์

5.1.1.1 จำนวนลูกคลอดทั้งหมดและจำนวนลูกคลอดมีชีวิต

1. ลำดับท้องที่ 1

ในการให้ลูกครอกแรกของสุกรสาวกลุ่มที่ได้รับการเสริมโครเมียมยีสต์ในอาหารเปรียบเทียบกับ กลุ่มที่ไม่ได้รับการเสริมโครเมียมยีสต์ในอาหารพบว่า แม่สุกรทั้งสองกลุ่มมีจำนวนลูกคลอดทั้งหมดไม่แตกต่างกันทางสถิติ อย่างไรก็ตามแม่สุกรกลุ่มที่ได้รับโครเมียมยีสต์เสริมในอาหารมีแนวโน้มว่าให้จำนวนลูกคลอดทั้งหมดสูงกว่าแม่สุกรในกลุ่มที่ไม่ได้รับโครเมียมยีสต์เสริมในอาหาร โดยในกลุ่มทดลองให้จำนวนลูกคลอดทั้งหมดมากกว่ากลุ่มควบคุม 0.44 ตัว (ตารางที่ 4) และให้จำนวนลูกคลอดมีชีวิตมากกว่ากลุ่มควบคุม 0.60 ตัว ซึ่งเป็นไปในทำนองเดียวกับการทดลองของ Lindermann และคณะ (1995) ที่พบว่า การเสริมโครเมียมพิโคลิเนต ในอาหารแม่สุกรในขนาด 200 พีพีบี จะให้ลูกคลอดมีชีวิตมากกว่ากลุ่มควบคุม 2.32 ตัว ซึ่งในการทดลองของ Lindermann และคณะ (1995) นี้ได้เริ่มให้แม่สุกรได้รับโครเมียมเสริมในอาหารตั้งแต่ สุกรมีน้ำหนักที่ 14.5 กิโลกรัม ในขณะที่ในการทดลองนี้สุกรเริ่มมีการสะสมโครเมียมในร่างกายตั้งแต่เป็นลูกสุกรน้ำหนัก 6 กิโลกรัม ซึ่ง Hagen และคณะ (1998) กล่าวว่าร่างกายของแม่สุกรควรที่จะได้มีการ

สะสมโครเมียมไว้ในเนื้อเยื่อในช่วงระยะเวลาหนึ่งก่อนที่มันจะสามารถเพิ่มประสิทธิภาพของแม่
 สุกจึงได้ทำการทดลองโดยออกแบบการทดลองให้มีกลุ่มควบคุมซึ่งไม่ได้รับการเสริมโครเมียม
 เปรียบเทียบกับกลุ่มที่ได้รับการเสริมโครเมียม แต่ โดยกลุ่มทดลองจะได้รับการเตรียมตัวก่อนเข้า
 การทดลอง โดยได้รับการเสริมโครเมียมเป็นเวลา 6 เดือน ก่อนเข้าสู่การทดลอง ส่วนในกลุ่มที่เป็น
 สุกสาวทดแทนจะได้รับโครเมียมเสริมในอาหารตั้งแต่น้ำหนัก 68 กิโลกรัม พบว่าในช่วงเตรียม
 สัตว์ทดลอง 6 เดือน ที่แม่สุกรได้รับโครเมียมเสริมในอาหาร ระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง
 จำนวนลูกคลอดทั้งหมดและลูกคลอดมีชีวิตไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติแต่เมื่อ
 ผ่านช่วงเตรียมสัตว์ทดลองแล้ว ผู้ทดลองใช้เวลา 12 เดือน ในการทดลองพบว่าในกลุ่มทดลองมี
 แวนอิมที่ให้จำนวนลูกคลอดทั้งหมดและลูกคลอดมีชีวิตมากกว่าคือ 0.22 ตัว และ 0.37 ตัว
 ตามลำดับในการทดลองในแม่สุกรขนาด 4000 ตัว เมื่อเปรียบเทียบกับผลการทดลองที่ได้ทำขึ้นใน
 ครั้งนี้ซึ่งได้เริ่มให้สุกรได้รับการเสริมโครเมียมเริ่มตั้งแต่น้ำหนัก 6 กิโลกรัม และได้รับโครเมียมตั้งแต่
 เป็นลูกสุกรจนเป็นสุกรสาวทดแทนจะเห็นว่าในการทดลองนี้สุกรได้รับโครเมียมตั้งแต่เริ่มต้นตลอด
 การเลี้ยงแต่การทดลองของ Hagen และคณะ (1998) ในกลุ่มที่ไม่ใช่สุกรทดแทนที่เข้าสู่การ
 ทดลอง จะได้รับโครเมียมเมื่อเป็นแม่สุกรนางแล้ว ถึงแม้จะมีแวนอิมว่าจำนวนลูกสุกรแรกคลอด
 และลูกสุกรมีชีวิตเพิ่มมากกว่ากลุ่มควบคุม แต่พบว่าแม่สุกรที่ได้รับโครเมียมเสริมเป็นเวลานาน
 และได้รับในช่วงที่ร่างกายกำลังเจริญเติบโตจะให้จำนวนลูกคลอดทั้งหมดและลูกคลอดมีชีวิตสูง
 กว่า เมื่อพิจารณา ร่วมกับการทดลองของ Lindermann และคณะ(1995) ซึ่งแบ่งกลุ่มการทดลอง
 เป็นกลุ่มที่ไม่ได้รับการเสริมโครเมียมในอาหารตลอดการทดลอง และกลุ่มที่ได้รับโครเมียมขนาด
 200 พีพีบี ตลอดการทดลอง และกลุ่มที่ได้รับโครเมียมขนาด 500 พีพีบี และกลุ่มที่ได้รับโครเมียม
 ขนาด 1,000 พีพีบี เฉพาะช่วงเป็นสุกรรุ่นและระยะขุนเท่านั้น การทดลองนี้ได้ทำในประชากร 105
 ตัว โดยแบ่งเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 15 ตัว ซึ่งในการทดลองนี้แม่สุกรได้รับอาหารที่มีระดับไลซีนสอง
 ระดับคือ 100 เปอร์เซ็นต์และ 120 เปอร์เซ็นต์ ของ NRC (1989) และจากการทดสอบทางสถิติ
 พบว่าระดับของไลซีนในการทดลองนี้ไม่มีผลต่อขนาดครอกของแม่สุกร จากผลการทดลองพบว่า
 กลุ่มที่ได้รับโครเมียมเป็นเวลานานตลอดการทดลองมีแวนอิมให้จำนวนลูกคลอดทั้งหมดมากกว่า
 ทุกกลุ่ม คือกลุ่มที่ได้รับการเสริมโครเมียมในขนาด 200 พีพีบี ส่วนกลุ่มที่ได้รับการเสริมโครเมียม
 ในระยะขุนเท่านั้นในขนาด 500 พีพีบี หรือ 1,000 พีพีบี มีขนาดครอกปานกลาง กลุ่มที่ไม่ได้รับ
 โครเมียมเสริมมีขนาดครอกต่ำสุด สอดคล้องกับการทดลองของ Liao และคณะ (1998) ซึ่งศึกษา
 อิทธิพลของการเสริมโครเมียมพิโคลินेट ในอาหารแม่สุกรต่อความสามารถในการแสดงออกทาง
 ระบบสืบพันธุ์ของแม่สุกรในช่วงอุ้มท้อง ช่วงให้นมลูก พบว่าการเสริมโครเมียมให้แม่สุกรในเฉพาะ
 ช่วงอุ้มท้องและให้นมลูกไม่มีผลทำให้จำนวนลูกคลอดทั้งหมดหรือลูกคลอดมีชีวิตเพิ่มขึ้นแต่อย่าง
 ใดแต่มีผลต่อสุขภาพโดยรวมของแม่สุกรโดยพบว่าแม่สุกรมีน้ำหนักช่วงอุ้มท้องเพิ่มอย่างมี

นัยสำคัญทางสถิติ และช่วงเวลาหย่านมถึงเป็นสัดส่วนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเช่นกัน สอดคล้องกับการทดลองของ Lin และคณะ (1999) ซึ่งให้สุกรสาวได้รับโครเมียมในขนาดต่าง ๆ กัน คือ 0 , 200 และ 400 พีพีบี โดยเสริมโครเมียมให้กินหลังจากผสมจนกระทั่งถึงระยะหย่านม ไม่พบว่าผลต่อจำนวนลูกคลอดทั้งหมดอย่างไร แต่พบว่าแม่สุกรเหล่านี้สามารถเลี้ยงลูกและให้ลูกมีชีวิตรอดหลังหย่านมสูงกว่ากลุ่มควบคุมถึง 5.28 เปอร์เซ็นต์ จะเห็นว่าการทดลองนี้ได้มีการเสริมโครเมียมในอาหารตั้งแต่ขั้นตอนการเตรียมสัตว์ทดลองซึ่งทำให้ลูกสุกรมีการสะสมโครเมียมในเนื้อเยื่อมากกว่าในการทดลองอื่น จึงมีแนวโน้มที่จะให้จำนวนลูกคลอดทั้งหมดและจำนวนลูกคลอดมีชีวิตสูงกว่า

2. ลำดับท้องที่ 2

เมื่อแม่สุกรให้ลูกครอกแรกแล้วจากนั้นได้รับการผสมเพื่ออุ้มท้องลูกครอกที่สอง พิจารณาจำนวนลูกคลอดทั้งหมดของแม่สุกรในการให้ลูกครอกที่สองพบว่ากลุ่มที่ได้รับการเสริมโครเมียมยีสต์กับกลุ่มควบคุมซึ่งไม่ได้รับโครเมียมยีสต์เสริมในอาหารมีจำนวนลูกคลอดทั้งหมดในทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกันทางสถิติ อย่างไรก็ตามสังเกตว่ากลุ่มที่ได้รับโครเมียมยีสต์จะมีแนวโน้มว่ามีจำนวนลูกคลอดทั้งหมดมากกว่ากลุ่มควบคุมในการทดลองนี้พบว่าให้ลูกคลอดทั้งหมดมากกว่า 0.34 ตัว และเมื่อพิจารณาจำนวนลูกคลอดมีชีวิตพบว่าไม่แตกต่างกันทางสถิติแต่พบว่ากลุ่มได้รับโครเมียมยีสต์มีแนวโน้มว่าจำนวนลูกคลอดมีชีวิตจะสูงกว่ากลุ่มทดลองเล็กน้อยคือ มากกว่า 0.15 ตัว ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Lindermann (1995) และ Campbell (1996) ซึ่งพบว่าการให้ลูกในครอกที่สองของแม่สุกรมีแนวโน้มสูงกว่ากลุ่มควบคุมเช่นกัน เมื่อ Campbell ทำการศึกษาต่อไปในท้องที่ 3, 4 และ 5 พบว่าจำนวนลูกคลอดทั้งหมดในแม่สุกรที่มีลำดับท้องสูง ๆ ไม่แตกต่างกันมากนัก ซึ่งอาจเนื่องแม่สุกรได้รับโครเมียมเป็นระยะเวลาสั้นๆ คือช่วง 28 วันก่อนคลอด ถึง 35 วันหลังคลอด แต่อย่างไรก็ตามการที่แม่สุกรมีการสะสมโครเมียมในร่างกายมาในระยะยาวน่าจะทำให้สุขภาพของแม่สุกรดีกว่ากลุ่มควบคุม และพบว่าการให้ลูกมีแนวโน้มสูงกว่ากลุ่มควบคุม (Hagen *et al.*, 1998)

การทดลองครั้งนี้มีค่าเฉลี่ยที่ได้ต่ำกว่าการทดลองอื่นเนื่องจากทำในประชากรขนาดใหญ่กว่า เช่นเมื่อเปรียบเทียบกับ การทดลองของ Lindermann และคณะ (1995) ซึ่งใช้สุกรต่อกลุ่มเพียง 15 ตัวเท่านั้นและยังพบว่าการทดลองของเขาได้ทำการผสมโครเมียมในอาหารซึ่งทำให้มีการกระจายตัวของโครเมียมได้อย่างทั่วถึงทำให้สุกรได้รับโครเมียมในขนาดที่กำหนดได้ตลอดการทดลองซึ่งแตกต่างจากการทดลองนี้ซึ่งในบางช่วงของการทดลองจำเป็นต้องใช้วิธีโรยโครเมียมลงบนอาหารทำให้การกระจายตัวของโครเมียมในอาหารอาจไม่ทั่วถึงจึงมีบางครั้งที่สุกรอาจได้รับโครเมียมไม่เต็มขนาดที่กำหนดซึ่งถือเป็นข้อบกพร่องของการทดลองนี้

โครเมียมมีอิทธิพลต่อการให้ลูกตกของแม่สุกรโดยผ่าน อิทธิพลของฮอร์โมนอินซูลินที่มีต่อระบบสืบพันธุ์ (Steele *et al.*, 1977; Lindermann *et al.*, 1995; Amoikon *et al.*, 1995) โดยเพิ่มการทำงานของฮอร์โมนอินซูลิน ทำให้เพิ่มจำนวนการตกไข่เนื่องจากฟอลลิเคิลมีการเจริญเติบโตและพัฒนาได้อย่างเต็มที่ (Cox *et al.*, 1987) การที่รังไข่มีการเจริญได้เต็มที่เชื่อว่าเมื่อเซลล์สามารถนำพลังงานจากกลูโคสไปใช้ได้เต็มที่จากการทำงานของ กลูโคสเทอเรนท แพคเตอร์ ซึ่งมีโครเมียม ไตรวาเลนท์ เป็นส่วนประกอบสำคัญ กระบวนการเมแทบอลิซึมในเซลล์จึงเกิดการ ทำงานอย่างเต็มที่ จากการทดลองของ Lindermann และคณะ (1995) ได้ทำการเจาะเลือดแม่สุกรหลังจากได้กินอาหารไปแล้วเพื่อวัดอัตราการนำกลูโคสเข้าเซลล์ พบว่ากลุ่มที่ได้รับโครเมียมจะมีอัตราการนำกลูโคสเข้าเซลล์ได้เร็วกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เช่นเดียวกับการทดลองของ Amoikon และคณะ (1995) และ Evock-Clover และคณะ (1993)

5.1.1.2 จำนวนลูกตายแรกคลอดและจำนวนลูกกรอก

1. ลำดับท้องที่ 1

เมื่อพิจารณาจำนวนลูกตายแรกคลอดและจำนวนลูกกรอกระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองพบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่มีแนวโน้มว่า จำนวนลูกกรอกในกลุ่มที่ได้รับโครเมียมยีสต์จะต่ำกว่ากลุ่มควบคุม 0.16 ตัว/ครอก และพบว่ากลุ่มที่ได้รับโครเมียมยีสต์มีแนวโน้มที่จะมีจำนวนลูกตายแรกเกิดมากกว่ากลุ่มควบคุมเล็กน้อย 0.02 ตัว ผลที่พบนี้สอดคล้องกับการทดลองของ Hagen และคณะ (1998) ที่จำนวนลูกตายแรกคลอดไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ แต่มีแนวโน้มว่ากลุ่มที่ได้รับโครเมียมจะมีลูกตายแรกคลอดต่ำกว่ากลุ่มควบคุม 0.05 ตัว

2. ลำดับท้องที่ 2

เมื่อพิจารณาจำนวนลูกตายแรกคลอดเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มที่ได้รับโครเมียมและกลุ่มควบคุมพบว่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แต่พบว่าในกลุ่มทดลองมีแนวโน้มที่จำมีลูกตายคลอดสูงกว่าในการทดลองนี้สูงกว่า 0.07 ตัว ซึ่งคล้ายกับในการให้ลูกครอกแรกที่กลุ่มทดลองมีจำนวนลูกตายแรกคลอดมีแนวโน้มที่สูงกว่าแต่ก็ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ส่วนจำนวนลูกกรอกนั้นไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่มีแนวโน้มว่าในกลุ่มที่ได้รับโครเมียมยีสต์นั้นจะมีจำนวนลูกกรอกสูงกว่าเล็กน้อย สอดคล้องกับการทดลองของ Campbell (1996) และ Hagen และคณะ (1998) ที่มีจำนวนลูกกรอกและจำนวนตายแรกคลอดไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่การทดลองของทั้งสองคณะที่อ้างมาจะมีแนวโน้มที่ว่า จำนวนลูกสุกรตายแรกคลอดของกลุ่มทดลองต่ำกว่ากลุ่มควบคุม และมีแนวโน้มว่ากลุ่มทดลองจะมีจำนวนลูกกรอกต่ำกว่ากลุ่มควบคุม

5.1.1.3 ช่วงเวลาระหว่างหย่านมถึงเป็นสัด

1. ลำดับท้องที่ 1

เมื่อเปรียบเทียบช่วงเวลาระหว่างหย่านมถึงเป็นสัดพันธุ์ระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มที่ได้รับโครเมียมยีสต์หลังจากเลี้ยงลูกท้องที่ 1 พบว่ากลุ่มที่ได้รับโครเมียมยีสต์ มีช่วงเวลาเป็นสัดหลังหย่านมเร็วกว่ากลุ่มควบคุมซึ่งไม่ได้รับโครเมียมยีสต์ถึง 1.55 วัน แม่สุกรเหล่านี้ใช้เวลาเลี้ยงลูก เป็นเวลา 18.58 วัน ซึ่งจัดว่าเป็นกลุ่มที่มีการจัดการหย่านมเร็ว โดยการจัดการ การป้องกันโรคในระบบเข้าหมด-ออกหมด (All-in-all-out) ในระยะเลี้ยงในโรงเรือนอนุบาล โดยปกติแล้วแม่สุกรทั่วไปจะใช้เวลาเลี้ยงนมลูก 21 ถึง 24 วัน ซึ่งแม่สุกรเหล่านี้จะสามารถแสดงอาการเป็นสัดค่อนข้างเร็วเนื่องจากรังไข่มีช่วงเวลาในการพัฒนาอย่างเต็มที่ระหว่างการเลี้ยงลูก แต่ในการทดลองครั้งนี้แม่สุกรใช้เวลาเลี้ยงลูกสั้นกว่าการเลี้ยงปกติ 1 สัปดาห์ สังเกตเห็นว่าแม่สุกรเป็นสัดหลังหย่านมภายใน 7 วันจึงค่อนข้างต่ำแต่อย่างไรก็ตามจะเห็นว่ากลุ่มที่ได้รับโครเมียมยีสต์เสริมในอาหารจะพบว่าแม่สุกรเป็นสัดหลังหย่านมภายใน 7 วัน มากกว่ากลุ่มควบคุมและค่าเฉลี่ยของช่วงเวลาเป็นสัดหลังหย่านม สั้นกว่ากลุ่มควบคุม สอดคล้องกับงานทดลองของ Hagen และคณะ (1998) และ Campbell (1996) ซึ่งพบว่าแม่สุกรที่ได้รับโครเมียมจะมีเปอร์เซ็นต์ของแม่สุกรที่เป็นสัดหลังจากหย่านมภายใน 7 วัน มากกว่า และมีช่วงเวลาเป็นสัดหลังหย่านมสั้นกว่ากลุ่มควบคุม ส่วนการทดลองของ Trout (1998) พบว่าการเสริมโครเมียมให้แม่สุกรจะสามารถลดช่วงเวลาเป็นสัดหลังหย่านมลงได้ 0.4 วันแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

2. ลำดับท้องที่ 2

เมื่อพิจารณาช่วงเวลาระหว่างหย่านมถึงเป็นสัดพันธุ์ระหว่างกลุ่มที่ได้รับการเสริมโครเมียมยีสต์เปรียบเทียบกับกลุ่มที่ไม่ได้รับโครเมียมในการให้ลูกครอกที่สองนี้ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สังเกตเห็นว่าแม่สุกรที่ได้รับโครเมียมยีสต์จะมีจำนวนแม่สุกรที่เป็นสัดหลังหย่านมภายใน 7 วัน มากกว่ากลุ่มควบคุมถึงแม้ว่าแม่สุกรในการทดลองทั้งสองกลุ่มจะใช้เวลาเลี้ยงลูกประมาณ 18 วันซึ่งถือว่าเป็นช่วงที่สั้นกว่าปกติแต่ก็พบว่าแม่สุกรมีเปอร์เซ็นต์การเป็นสัดหลังหย่านมภายใน 7 วัน ในกลุ่มทดลองในเปอร์เซ็นต์ที่สูงเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม อาจเป็นไปได้ว่าการเสริมโครเมียมนั้นมีผลต่อการทำงานของระบบภูมิคุ้มกันและการเจริญเติบโตของแม่สุกร ทำให้แม่สุกรที่ได้รับโครเมียมมีสุขภาพโดยรวมค่อนข้างสมบูรณ์ จึงสามารถแสดงความสามารถทางระบบสืบพันธุ์ได้เต็มที่ (Linderman *et al.*, 1995)

การเสริมโครเมียมสามารถลดช่วงเวลาเป็นสัดหลังหย่านมลงได้ โดยมีความสัมพันธ์กับการทำงานของโครเมียม ที่เกี่ยวข้องกับการหลั่ง โภนาโดโทรฟิน (gonadotropin) และ การเจริญเต็มที่ของฟอลลิเคิล (follicular maturation) โดยผ่านการทำงานของฮอร์โมนอินซูลิน (Trout, 1998, Steele *et al.*, 1977, Amoikon *et al.*, 1995) นอกจากนี้เนื่องจากการเสริมโครเมียมมีผลต่อสภาพร่างกายของแม่สุกร โดยแม่สุกรที่ได้รับการเสริมโครเมียมจะมีการสูญเสียน้ำหนักในเลี้ยงลูกน้อยกว่ากลุ่มควบคุม และพบว่ากลุ่มที่ได้รับโครเมียมจะมีน้ำหนักในช่วงอุ้มท้องเพิ่มมากกว่ากลุ่มควบคุม ซึ่งส่งผลให้แม่สุกรไม่สูญเสียสภาพร่างกายหลังเลี้ยงลูกและมีสุขภาพดี ระบบสืบพันธุ์มีการพัฒนาเต็มที่และพร้อมที่จะเกิดการตกไข่ (Lindermann *et al.*, 1995)

5.2 สรุปการศึกษาและข้อเสนอแนะ

การเสริมโครเมียมยีสต์ในอาหารในขนาด 200 พีพีบี โดยเริ่มให้สุกรได้รับโครเมียมตั้งแต่น้ำหนัก 6 กิโลกรัม จนตลอดการให้ลูกในลำดับท้องที่สอง เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพระบบสืบพันธุ์ในแม่สุกรนั้นพบว่ามีความไวในการเพิ่มสมรรถภาพของระบบสืบพันธุ์ของแม่สุกรได้ โดยเฉพาะในแม่สุกรท้องแรก และแม่สุกรลำดับท้องที่สอง ซึ่งเป็นกลุ่มแม่สุกรที่มักจะมีปัญหาในการสืบพันธุ์เสมอ เช่น การให้จำนวนลูกคลอดทั้งหมดค่อนข้างต่ำซึ่งจะทำให้จำนวนลูกคลอดทั้งหมดในลำดับท้องที่ สาม ถึง ห้า ซึ่งถือว่าเป็นช่วงที่ให้ผลผลิตสูงสุดต่ำไปด้วย และปัญหาที่มักพบเสมอคือหลังจากแม่สุกรสาวท้องแรกหย่านมแล้ว มักมีช่วงเวลาเป็นสัดหลังหย่านมค่อนข้างยาวกว่าแม่สุกรนาง ซึ่งอาจเนื่องจากแม่สุกรสาวและแม่สุกรลำดับท้องที่สองมักมีปัญหาในการปรับสภาพร่างกายหลังการอุ้มท้องและเลี้ยงลูกทำให้สภาพร่างกาย (body score condition) ต่ำร่างกายทรุดโทรม ซึ่งจะเป็นปัญหาในการแสดงการเป็นสัดและการผสมติด การเสริมโครเมียมยีสต์ในอาหารแม่สุกรโดยการเสริมในอาหารในเวลาที่นานขึ้นเพื่อให้เนื้อเยื่อของแม่สุกร มีโอกาสในการสะสมโครเมียมในเซลล์ได้มากขึ้น ซึ่งจะให้ผลดีกว่าการเสริมโครเมียมในอาหารเพียงระยะสั้น ๆ ซึ่งมีผลทำให้สุขภาพโดยรวมของแม่สุกรดีกว่ากลุ่มที่ไม่ได้รับโครเมียม และพบว่าแม่สุกรที่ได้รับโครเมียมจะมีสภาพผิวหนังและขนที่มีสุขภาพมากกว่า และที่สำคัญพบว่าทำให้แม่สุกรให้จำนวนลูกคลอดทั้งหมดสูงกว่ากลุ่มทดลองถึง 0.44 ตัวในแม่สุกรท้องแรก และ 0.34 ตัวในแม่สุกรลำดับท้องที่สอง

การเสริมโครเมียมยีสต์ในอาหารจำเป็นต้องทำให้โครเมียมกระจายตัวในอาหารอย่างทั่วถึงเพื่อให้สุกรได้รับอาหารอย่างทั่วถึงและได้ขนาดตามที่กำหนดเพราะการได้โครเมียมไม่ตรงตามกำหนดจะทำให้โครเมียมแสดงประสิทธิภาพไม่เต็มที่ ดังนั้นในการใช้จึงควรผสมส่วนประกอบของโครเมียมในขั้นตอนการผสมอาหารก่อนนำไปใช้โดยผสมผ่านสื่อที่ช่วยทำในการกระจายตัวของโครเมียม

หากพิจารณาค่าใช้จ่ายในการเสริมโครเมียมในอาหารในการทดลองครั้งนี้ซึ่งใช้โครเมียมยีสต์ยี่ห้อ Lactosacc® ของบริษัท Alltech คิดเป็นค่าโครเมียมยีสต์ต่ออาหารหนึ่งตันเป็นเงิน 140 บาทซึ่งเมื่อคำนวณผลผลิตที่ได้จากการทดลองนี้ซึ่งได้จำนวนลูกแรกคลอดเพิ่มและลดวันเป็นสัตว์หลังหย่านมลงได้พบว่ารายรับที่ได้มีมากกว่ารายจ่ายที่จ่ายค่าโครเมียมไป ดังนั้นในการเสริมโครเมียมยีสต์ในการทดลองครั้งนี้ถึงแม้จะได้ค่าที่ไม่แตกต่างทางสถิติแต่เมื่อพิจารณาค่าทางเศรษฐกิจแล้วพบว่าคุ้มค่าที่จะลงทุน



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายการอ้างอิง

- เขาวมาลย์ คำเจริญ, สโรช คำเจริญ. 2542. ผลการเสริมโครเมียม คีวาไลต์ต่อการปรับปรุงคุณภาพซากในสุกรขุน. สัตว์เศรษฐกิจ. 374:20-24.
- Abraham, A.S., Sonnenblick, M. and Eini, M. 1982a. The action of chromium on serum lipids and on atherosclerosis in cholesterol-fed rabbits. Atherosclerosis. 42:185-195.
- Abraham, A.S., Sonnenblick, M. and Eini, M. 1982b. The effect of chromium on cholesterol-induced atherosclerosis in rabbits. Atherosclerosis. 41:371-379.
- Amoikon, E.K., Fernandez, J.M., Southern, L.L., Thompson, Jr. D.L., Ward, T.L. and Olcott, B.M. 1995. Effect of chromium tripicolinate on growth glucose tolerance, insulin sensitivity, plasma metabolites, and growth hormone in pigs. J. Anim. Sci. 73:1123-1130.
- Anderson, R.A. 1987. Chromium in trace elements in human and animal nutrition, 5th Ed., Mertz, W., ed. New York: Academic Press, Inc. p.225-244.
- Anderson, R.A. 1988. Recent advances in the role of chromium in human health and diseases in essential and toxic trace element in human health and disease, Prasad, A.S.(ed.), New York : Alan R. Liss, Inc. p.189-197.
- Anderson, R.A.1994. Stress effects on chromium nutrition of humans and farm animal. Biotechnology in the Feed Industry:Proceedings of Alltech's 10th Annual Symposium. Leicestershire, UK:Nottingham University Press.p.267-274.
- Anderson, R.A. 1995. Chromium, glucose tolerance, and lipid metabolism. J. Adv. Med. 8:37.
- Anderson, R.A. Brantner, J.H. and Polannsky, M.M. 1978. An improved assay for biologically active chromium in food samples and in animal tissues. J. Agric. Food Chem. 26:1219-1221.

- Anderson, R.A., Polansky, M.M., Bryden, N.A., Roginsky, E.E., Patterson, K.Y., Veillon, C. and Glinsman, W. 1982. Urinary chromium excretion of human subject: Effects of chromium supplementation and glucose loading. Am. J. Clin. Nutr. 36:1184-1193.
- Anderson, R.A., Bryden, N.A. , Polansky, M.M. and Reiser, S. 1990. Urinary chromium excretion and insulinogenic properties of carbohydrates. Am. J. Clin. Nutr. 51:864-868.
- Anderson, R. Cheng, N., Bryden, N., Polansky, M. Cheng., N., Chi. J. and Feng, J. 1996a. Beneficial effects of chromium for people with type II diabetes. Diabetes. 45:124A.
- Anderson, R.A., Bryden,N., Polansky, M.M. and Gautschi, K. 1996b. Dietary chromium effects on tissue chromium concentrations and chromium absorption in rats. J. Trace Elem. Exp. Med. 9:11-17.
- Ani, M. and Moshtaghie, A.A. 1992. The effect of chromium on parameters related to iron metabolism. Biol. Trace Elem. Res. 32:57-64.
- Baldi, A., Bontempo, V., Dell'Orto, V., Cheli, F., Fantuz, F. and Savoini, H.1999. Effect of dietary chromium-yeast in weanling-stressed piglets. Can J. of Ani. Scie.79:369-374.
- Berio, L.F, Southern, L.L., Fernadez, J.M., Thompson, Jr.D.L. and Ward, T.L. 1995. Effect of dietary chromium tripicolinate on insulin binding in isolated pig fat cell and erythrocyte ghosts. FASEB J. 9:A449 .(Abstr.)
- Boleman, S.L., Boleman, S.J., Bidner, T.D., Southern, L.L. Ward,T.L., Pontif, J.E. and Pike, M.M. 1995. Effect of chromium picolinate on growth, body composition, and tissue accretion in pigs. J. Anim. Sci. 73:2033-2042.

- Borel, J.S. and Anderson. 1984. Chromium in Biochemistry of the Essential Ultratrace Elements. Frieden, E., ed. New York: Plenum Press. p75-199.
- Burton, J.L. 1995. Supplemental chromium: Its benefits to the bovine immune system. Anim. Feed Sci. Tech. 53:117.
- Campbell, R.G. 1996. The effect of chromium picolinate on the fertility and fecundity of sows under commercial conditions. Chromium picolinate mini-symposium. 16th Annual Prince Agri Products, Inc. Feed Ingredient Conference. 11 p.
- Chen, N.S.C., Tsai, A. and Dyer, I.A. 1973. Effect of chelating agents on chromium absorption in rats. J. Nutr. 103:1182-1186.;
- Clark, L.K. 1986. Factors influencing live litter size. In: Current therapy in theriogenology 2: Diagnosis. W.B. Saunders, Philadelphia. 927-930.
- Clowes, E.J., Aherne, F.X. and Foxcroft, G.R. 1994. Effect of delayed breeding on the endocrinology and fecundity of sows. J. Anim. Sci. 72:283-291.
- Cox, N.M., Stuart, M.J., Althen, T.G., Bennett, W.A. and Miller, H.W. 1987. Enhancement of ovulation rate in gilts by increasing dietary energy and administering insulin during follicular growth. J. Anim. Sci. 64:507-516.
- Doisy, R.J., Streeten, D.H.P., Freiberg, J.M. and Schneider, A.J. 1976. Chromium metabolism in man and biological effects. In Trace Elements in Human Health and Disease, Vol II, A.S. Prasad, ed. New York. Plenum Medical Book Company. p 79-104.
- Dzuik, P. J. 1985. Effect of migration, distribution and spacing of the pig embryos on pregnancy and fetal survival. J. Reprod. Fert. Suppl. 33:57-69.
- Dzuik, P. J. 1992. Embryonic development and fetal growth. Anim. Reprod. Sci. 28:299-308.
- Evock-Clover, C.M. and Steele, N.C. 1994. Effect of dietary chromium picolinate (CrPic) with or without recombinant porcine somatotropin (rPST) administration on growth performance and carcass composition of growing-finishing pigs. J. Anim. Sci. 72(suppl.1): 159(Abstr.).

- Evock-Clover, C.M., Polansky, M.M., Anderson, R.A. and Steele, N.C. 1993. Dietary chromium supplementation with or without somatotropin treatment alters hormones and metabolites in growing pigs without affecting growth performance. J. Nutr. 123:1504-1512.
- Gentry, L.R., Thompson, D.L.Jr., Fernandez, J.M., Smith, L.A., Horohov, D.W. and Leise, B.S. 1999. Effect of chromium tripicolinate supplementation on plasma hormone and metabolite concentrations and immune function in adult mares. J. of Equ. Vet Sci. 19(4):259-269.(Abstr)
- Govindaraju, K., Ramasami, T. and Ramaswamy, D. 1989. Chromium (III)-insulin derivatives and their implication in glucose metabolism. J. Inorg. Biochem. 35:137-147.
- Gue, Y. and Liu, C. 1997. Impact of heat stress on broiler chicks and effect of supplemental yeast chromium. 1997. Biotehnologija u Stocarstvu. 13:171-176.(Abstr)
- Hagen, C.D., Lindermann, M.D. and Purser, K.W. 1998. Effect of dietary chromium tripicolinate on productivity of sows under commercial conditions. Use of Dietary Chromium to Improve Sow Productivity .1998 Symposium , September 2nd, 1998. Des Moines, Iowa. Prince Agri Products, inc. 52p.
- Hunt, C.D. and Stoecker, B.J. 1996. Deliberations and evaluations of the approaches, endpoints, and paradigms for boron, chromium, and Fluoride dietary recommendations. J. Nutr 126:2441S-2451S.
- Jindal, R. and Foxcroft, G.R. 1995. Progesterone: A mediator of nutritionally induced effect on embryo survival in gilts. J. Anim. Sci. (Suppl.1) :306.(Abstr.)
- Jeejeebhoy, K.N., Chu, R.C., Marliss, E.B., Greenberg, G.R. and Bruce-Roberson, A. 1977. Chromium deficiency, glucose intolerance, and neuropathy reversed by chromium supplementation, in a patient receiving long-term total parenteral nutrition. Am. J. Clin. Nutr. 30:531-538.
- Johnson, R.K., Zimmerman, D.R., Lamberson, W.R. and Sasaki, S. 1985. Influencing prolificacy of sows by selection for physiological factors. J. Reprod. Fert. (Suppl.) 33:139-149.

- Kegley, E.B. Spears, J.W. and Brown, Jr, T.T. 1996. Immune response and disease resistance of calves fed chromium nicotinic acid complex or chromium chloride. J. Dairy Sci. 79:1278-1283.
- Lee, D.N., Yen, H.T., Shen, T.F. and Chen, B.J. 1997. The effects of chromium picolinate supplementation on growth performance and immunity response of weanling pigs. J. of Chi. Soc. of Ani. Sci. 26(40):373-386.
- Lee, D.N., Weng, C.F. Yen, H.T., Shen, T.F. and Chen, B.J. 2000. Effect of chromium supplement and lipopolysaccharide injection on physiological responses of weanling pigs. Asian-Aus. J. of Ani. Sci. 13(4):528-534. (Abstr)
- Lefavi, R.G., Wilson, G.D., Keith, R.E., Anderson, R.A., Blessing, D.L., Hames, C.G. and Mamillan, J.L. 1993. Lipid-lowering effect of a dietary chromium (III)-nicotinic acid complex in male athletes. Nutr. Res. 13:239-249.
- Li, S.Y., Wei, F.X., Wu, S.Y. and Zhang, S.P. 1999. Study on improving reproductivity in dairy cows in the high temperature season by use of organic Cr. China Dairy Cattle. 5:19-19. (Abstr.)
- Liao, C.W., Liu, F.C. and Lee, M.S. 1998. Evaluation of the effect of dietary supplementation of chromium picolinate on reproductive performance of sows and their piglets. J. Taiwan Livest. Res. 31:69-75. (abstr)
- Lin, R.S., Wu, J.F. Yu, I. And Hsu, J.B. 1999. Reproductive response of primiparous sows to supplementation of organic chromium in diet. J. Chinese Soc. Anim. Sci 28 :11-18. (abstr.)
- Lindermann, M.D., Wood, C.M., Harper, A.F., Kornegay, E.T. and Anderson, R.A. 1995. Dietary chromium picolinate addition improve gain: feed and carcass characteristics in growing-finishing pigs and increase litter size in reproductive sows. J. Anim. Sci. 73:457-465.
- Matamoros, I.A., Cox, N.M., and Moore, A.B. 1990. Exogenous insulin and additional energy affect follicular distribution, follicular steroid concentrations, and granulosa cell human chorionic gonadotropin binding in swine. Biol. Reprod. 43:1.

- Mertz, W. 1969. Chromium occurrence and function in biological system. Physiol. Rev. 49:163-239.
- Mertz, W. 1993b. Essential trace metals: New definitions based on new paradigms. Nutr. Rev. 51:287-295.
- Mertz, W. 1993a. Chromium in human nutrition: A review. J. Nutr. 123:626-633.
- Mertz, W. and Roginski, E.E. 1969. Effect of chromium (III) supplementation on growth and survival under stress in rats fed low-protein diets. J. Nutr. 97:531-536.
- Mertz, W., Toepfer, E.W. Roginsky, E.E. and Polansky, M.M. 1974. Present knowledge of the role of chromium. Fed.Proc. 33:2275-2280.
- Min, J.K., Chung, I.B. Chae, B.J., Shin, I.S. Kim, W.Y., Choi, Y.J. and Han, I.K. 1997a. Effects of chromium picolinate (CrPic) on growth performance and carcass characteristics of fattening pigs treated with or without porcine somatotropin (pST). Asian-Aus. J. Ani. Sci. 10:20.
- Min, J.K., Chung, I.B. Chae, B.J., Shin, I.S. Kim, W.Y., Choi, Y.J. and Han, I.K. 1997b. Effects of chromium picolinate (CrPic) on growth performance and carcass characteristics and serum traits in growing-finishing pigs. Asian-Aus. J. Ani. Sci. 10:8.
- Mooney, K.W. and Cromwell, G.L. 1995. Effect of dietary chromium picolinate supplementation on growth, carcass characteristics, and accretion rates of carcass tissues in growing-finishing swine. J. Anim. Sci. 73:3351-3357.
- Mooney, K.W. and Cromwell, G.L. 1997. Efficacy of chromium picolinate and chromium chloride as potential carcass modifiers in swine. J. Anim. Sci. 75:2661-2671.
- Mooney, K.W. and Cromwell, G.L. 1999. Efficacy of chromium picolinate on performance and tissue accretion in pigs with different lean gain potential. J. Anim. Sci. 77:1188-1198.
- Moonsie-Shageer, S. and Mowat, D.N. 1993. Effect of level of supplemental chromium on performance, serum constituents, and immune status of stressed feeder calves. J. Ani. Sci. 71:232.
- Mowat, D.N. 1994. Organic chromium: A new nutrient for stressed animals. Biotechnology In the feed industry, Proc. Alltech's 10th Annual Symposium. Leicestershire, UK: Nottingham University Press. p.275-282.

- National Research Council (NRC). 1989. Recommended Dietary Allowances. 10th edition. Washington, D.C.: National Academy of Science, National Academy Press.
- Newman, H.A.I., Leighton, R.F., Lanesse, R.R. and Freedland, N.A. 1978. Serum chromium and angiographically determined coronary artery disease. Clin. Chem. 24:541.
- Okada, S., Taniyama, M. and Ohba, H.J. 1982. Mode of enhancement in ribonucleic acid synthesis directed by chromium (III)-bound deoxyribonucleic acid. J. Inorg. Biochem. 17:41-49.
- Olin, K.L., Starnes, D.M., Armstrong, W.H. and Kern, C.L. 1994. Comparative Retention / absorption of ⁵¹chromium(⁵¹Cr) from ⁵¹Cr chloride, ⁵¹Cr nicotinate, and ⁵¹Cr picolinate in a rat model. Trace Elements & Electrolytes. 11:182.
- Page, T.G., Boleman, S.L., Pike, M.M., Ward, T.L., Boleman, S.J., Southern, L.L., Bidner, T.D. and Pontif, J.E. 1992a. Effect of chromium picolinate on carcass traits and aging on pork quality. J. Anim. Sci. 70(Suppl.1):218(Abstr.).
- Page, T.G., Southern L.L. and Ward, T.L. 1990. Chromium supplementation of corn-soybean meal diets finishing swine. J. Anim. Sci. 68(Suppl):39(Abstr.).
- Page, T.G., Southern, L.L., Ward, T.L., Pontif, J.E., Bidner, T.D. and Thompson, Jr. D.L. 1992b. Effect of chromium picolinate on growth, serum and carcass traits, and organ weights of growing-finishing pigs from different ancestral sources. J. Anim. Sci. 70(Suppl. 1):235(Abstr.).
- Page, T.G., Southern, L.L., Ward, T.L. and Thompson, Jr. D.L. 1993. Effect of chromium picolinate on growth and serum and carcass traits of growing-finishing pigs. J. Anim. Sci. 71:656-662.
- Pharazyn, A., Den Hartog, L.A., Foxcroft, G.R. and Aherne, F.X. 1991. Dietary energy and protein intake, plasma progesterone and embryo survival in early pregnancy in the gilt. Can. J. Anim. Sci. 71:947.
- Prasad, R.S. 1978. Chromium in trace element and iron in human metabolism, Prasad, R.A., (ed.) New York: Plenum Medical Book Company. p. -15.
- Ranhotra, G.S. and Gelroth, J.A. 1986. Effect of high-chromium baker's yeast on glucose tolerance and blood lipids in rats. Cereal Chem. 63:411-413.

- Ramirez, J.L., Cox, N.M. and Moore, A.B. 1993. Enhancement of litter size in sows by insulin administration prior to breeding. J. Anim. Sci.72(suppl.1) :79(Abstr.).
- Rhodes, M.T., Davis, D.L. and Stevenson, J.S. 1991. Flushing and altrenogest affect litter traits in gilts. J. Anim. Sci. 51:868-870.
- Riales, R. and Albrink, M.J. 1981. Effect of chromium chloride supplementation on glucose tolerance and serum lipids including high-density lipoprotein of adult men. Am. J. Clin. Nutr. 34:2670-2678.
- Roginski, E.E. and Mertz, W. 1969. Effects of chromium (III) supplementation on glucose and amino acid metabolism in rats fed a low protein diet. J. Nutr. 97:525-530.
- Schwarz, K. and Mertz, W. 1957. A glucose tolerance factor and its differentiation from factor 3. Arch. Biochem. Biophys. 72:515.
- Schwarz, K. and Mertz, W. 1959. Chromium (III) and the glucose tolerance factor. Arch. Biochem. Biophys. 85 :292.
- Sands, J.S. and Smith, M.O.1999.Broilers in heat stress conditions:effect of dietary manganese proteinate or chromium picolinate supplementation. J. of Applied Poultry Research.8:280-287.(Abstr.).
- Steele, N.C., Althen, T.C. and Frobish, L.T.1977.Biological activity of glucose tolerance factor in swine. J. Anim. Sci. .45:1341-1345.
- Tezuka, M., Momiyama, K., Edano, T. and Okada, s. 1991. Protective effect of chromium (III) on acute lethal toxicity of carbon tetrachloride in rats and mice. J. Inorg. Biochem. 42:1-8.
- Toepfer, E.W., Mertz, W. Polansky, M.M., Roginsky, E.E. and Wolf, W.R. 1977. Preparation of chromium-containing material of glucose tolerance factor activity from brewer's yeast extracts and by synthesis. J. Agric. Food Chem. 25:162-166.
- Trottier, N.L., Wilson, M.E. and Purser, K.W. 1998.Effect of supplemental chromium tripicolinate on sow productivity and blood metabolites. Use of Dietary Chromium to Improve Sow Productivity. 1998 Symposium, september2, 1998. Des Moines,Iowa.Prince Agri Products,INC.p52.

- Trout, W.E. 1995. Hypothesis provides possible explanation as to chromium's effect on reproductive efficiency in swine. Feedstuffs.67.
- Trout, W.E. 1998. Serum progesterone concentrations as a potential index of chromium's effects upon reproduction in sows. Use of Dietary Chromium to Improve Sow Productivity. 1998 Symposium ,September2,1998.Des Moines,Iowa.Prince Agri Products,Inc.page 52.
- Trout, W.E. and Newcomb, M.D.1996.Effect of dietary chromium picolinate supplementation on glucose tolerance and ovarian and uterine function in gilts. Chromium picolinate mini-symposium. 16th Annual Prince Agri products,Inc. Feed Ingredient Conference.4 pages.
- Underwood, E.J. 1977. Chromium in trace elements in human and animal nutrition, 4th edition, Underwood, E.J. ed. New York: AcademicPress. p.258-270.
- Urberg, M. and Gemel, M.B. 1987. Evidence for synergism between chromium and nicotinic acid in the control of glucose tolerance in elderly humans. Metabolism. 36:896-899.
- Webb, M.J. 1995. Future challenges in pig genetics. Animal. Anim. Breeding Abstr. 63:731-736.
- Wenk, C., Gebert, S. and Pfirter,H. 1995. Chromium supplements in the feed for growing pigs:influence on growth and meat quality. Arch. Anim. Nutr. 48:71-81.
- Wu, M.C. and Dziuk, P.J. 1995. Relationship of length uterus in prepubertal pigs and number of corpora lutea and fetuses at days of gestation. Anim. Reprod. Sci. 38:327-336.
- Wu, M.C., Chen, Z.Y., Jarrell, V.L. and dziuk, P.J. 1989. Effect of initial length of uterus per embryo on fetal survival and development in the pig. J. Anim. Sci. 67:1767-1772.
- Wu, M.C., Hentzel, M.D. and Dziuk,P.J. 1988. Effect of stage of gestation, litter size and uterine space on the incidence of mummified fetuses in pigs. J. Anim. Sci. 66:3203-3207.
- Yamamoto, A., Wada, O. and Suzuki, H. 1988. Purification and properties of biologically active chromium complex from bovine colostrum. J. Nutr. 118:39-45.

amamoto, A. Wada, O. and Suzuki, H. 1989. Evidence that chromium is an essential factor for biological activity of low-molecular weight, chromium-binding substance. Biochem. Biophys. Res. Commun. 163:189-193.

Zhang, M.H., Zhang, W.H., Lu, L. and Zhang,Z.Y.1998.Effect of acute heat exposure on chromium metabolism and plasma hormone levels of pigs. Scientia Agriculture Sinica.31(1):76-82.(Abstr.).



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติผู้เขียน

นางสาวสุกัญญา ลีทองดี เกิดวันที่ 9 กันยายน พ.ศ. 2515 ที่อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น สำเร็จการศึกษาสัตวแพทยศาสตรบัณฑิต คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ในปี การศึกษา 2540 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาการการสืบพันธุ์ สัตว์ ที่คณะสัตวแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อ พ.ศ. 2541



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย