

340

การปฏิสนธินอกร่างกายในลูกโคก่อนวัยเจริญพันธุ์

นาย รังสี อุดยานุภาพ



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิทยาการสืบพันธุ์สัตว์

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2539

ISBN 974-633-4488-4

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

In vitro fertilization in prepuberal calves.

Mr. Rangsri Adulyanubap

A Thesis submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Science

Theriogenology

Graduate School Chulalongkorn University 1996

ISBN 974-633-4488-4


หัวข้อวิทยานิพนธ์ การปฏิสนธินอกร่างกายในลูกโคก่อนวัยเจริญพันธุ์

โดย นาย รัชสี อุดยานุภาพ

สาขา วิทยาการสืบพันธุ์สัตว์

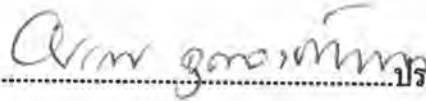
อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ น.สพ.ดร. มงคล เตชะกำพูน

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยเป็นส่วนหนึ่ง
ของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต



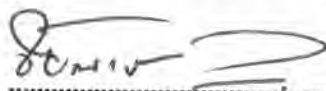
.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร.สันติ อุงสุวรรณ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

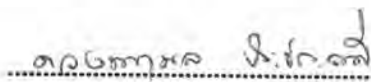


.....ประธานกรรมการ
(ศาสตราจารย์ น.สพ. ดร. อรรถพร คุณาวงษ์กฤต)

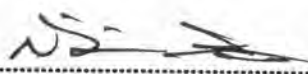
~~ดร.ดร. เตชะกำพูน~~ อาจารย์ที่ปรึกษา
(รองศาสตราจารย์ น.สพ.ดร. มงคล เตชะกำพูน)



.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ น.สพ.ดร. ชัยณรงค์ โลหะชิต)



.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ สพ.ญ.ดร. ดวงนฤมล ประชัญคดี)



.....กรรมการ
(น.สพ. สัมพันธ์ สิงห์จันทร์)

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ข
กิตติกรรมประกาศ.....	ค
สารบัญตาราง.....	ง
สารบัญรูปภาพและกราฟ.....	จ
รายการสัญลักษณ์และคำย่อ.....	ฉ
บทที่	
1. บทนำ.....	1
- วัตถุประสงค์.....	17
- ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	17
2. วิธีดำเนินการวิจัย.....	18
- สัตว์ทดลอง.....	18
- สอร์โมนที่ใช้ในการทดลองและโปรแกรมการกระตุ้น.....	18
- การเก็บไอโอไซด์.....	22
- การเลี้ยงไอโอไซด์เพื่อให้พร้อมปฏิสนธิ.....	24
- การปฏิสนธินอกร่างกาย.....	27
- การเลี้ยงตัวอ่อนหลังปฏิสนธินอกร่างกาย.....	30
3. ผลการทดลอง.....	33
3.1 ผลการตอบสนองของรังไข่.....	33
3.2 ผลการเก็บไอโอไซด์.....	38
3.3 ชนิดของไอโอไซด์.....	41
3.4 ผลการเกิดสภาวะพร้อมปฏิสนธิ.....	44
3.5 อัตราการแบ่งตัวของตัวอ่อน.....	44
4. วิจัยและสรุปผลการทดลอง.....	47
รายการอ้างอิง.....	54
ภาคผนวก.....	61



พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสี่เหลี่ยมนี้เพียงแผ่นเดียว

นาย รังสี อุดยานุภาพ : การปฏิสนธินอกร่างกายในลูกโคก่อนวัยเจริญพันธุ์ (IN VITRO FERTILIZATION IN PREPUBERAL CALVES) อ.ที่ปรึกษา : รศ. น.สพ.ดร. มงคล เตชะกำพูน , อ.ที่ปรึกษาร่วม:รศ.น.สพ.ดร.ชัยณรงค์ โลหะจิต , อ.ที่ปรึกษาร่วม รศ. สพ.ญ.ดร.ดวงนฤมล ประชัญคดี , 78 หน้า. ISBN 974-633-448-4

การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาถึงความเป็นไปได้ในการฉีดกระตุ้นรังไข่ลูกโคพื้นเมืองไทยก่อนวัยเจริญพันธุ์ด้วยฮอร์โมนโกนาโดโทรปินรวมทั้งการกระตุ้นซ้ำและผลของการใช้ฮอร์โมน เอช ซี จี รวมทั้งความสามารถในการนำโอโอไซต์ที่ได้ไปทำการปฏิสนธินอกร่างกาย โดยการกระตุ้นลูกโคพื้นเมืองไทยอายุ 4-6 เดือนด้วยฮอร์โมน เอฟ เอส เอช ขนาด 192 มก. (32/32,24/24,24/24,16/16) โดยฉีดเข้ากล้ามเนื้อทุก 12 ชั่วโมง ในวันสุดท้ายของการฉีดกระตุ้นแบ่งลูกโคออกเป็น 2 กลุ่ม ๆ ละ 5 ตัว คือกลุ่ม A ฉีดฮอร์โมน เอฟ เอส เอช ร่วมกับ ฮอร์โมน เอช ซี จี (500 ไอยู) และกลุ่ม B ฉีดเฉพาะฮอร์โมน เอฟ เอส เอช อย่างเดียว หลังจากนั้น 24 ชั่วโมง งดเก็บโอโอไซต์โดยการเปิดผ่าช่องท้อง จากนั้นทำการทดลองฉีดฮอร์โมนกระตุ้นซ้ำ ครั้งที่ 2,3 และ 4 ห่างกันครั้งละ 6-8 สัปดาห์ โดยสลับกลุ่มการฉีดฮอร์โมนจากกลุ่ม A เป็นกลุ่ม B , กลุ่ม B เป็น กลุ่ม A สลับกันไป โอโอไซต์ที่เจาะเก็บได้แบ่งออกเป็น 2 ชนิดคือโอโอไซต์ที่เจริญพร้อมปฏิสนธิ (Matured oocyte) และโอโอไซต์ที่เจริญไม่พร้อมปฏิสนธิ (Immature oocyte) นำโอโอไซต์ที่ได้ไปเพาะเลี้ยงและทำการปฏิสนธิต่อไป จากการศึกษาพบว่า ค่าเฉลี่ยของการตอบสนองของรังไข่จากการฉีดกระตุ้นซ้ำ 4 ครั้งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 32.2 ± 3.0 ใบ /ครั้ง/ตัว และไม่มีความแตกต่างในแต่ละครั้งของการฉีดกระตุ้น (ครั้งที่ 1,2,3และ4 ตามลำดับ) เท่ากับ 46.1 ± 8.8 , 28.6 ± 3.6 , 26.4 ± 3.5 และ 27.7 ± 5.1 ใบ/ครั้ง/ตัว และกลุ่มทดลอง A ที่ฉีด ฮอร์โมน เอฟ เอส เอช ร่วมกับฮอร์โมน เอช ซี จี ไม่มีผลอย่างนัยสำคัญต่อการตอบสนองของรังไข่ทั้งจำนวนและขนาดของฟอลลิเคิล เมื่อเทียบกับกลุ่มทดลอง B ที่ฉีดเฉพาะฮอร์โมน เอฟ เอส เอช อย่างเดียว จากผลการกระตุ้นด้วยฮอร์โมนโกนาโดโทรปิน จำนวนโอโอไซต์ที่เก็บได้ทั้งหมด เท่ากับ 704 ใบจาก 1274 ฟอลลิเคิล เฉลี่ย 17.6 ± 1.8 ใบ/ครั้ง/ตัว คิดเป็นอัตราการเก็บโอโอไซต์เท่ากับ 55.2% โดยกลุ่มทดลอง A สูงกว่ากลุ่มทดลอง B เท่ากับ 59.1%และ 50.5% ตามลำดับ และจากการกระตุ้นซ้ำจะได้โอโอไซต์ชนิด matured ลดลง ($P < 0.05$) นอกจากนี้กลุ่มทดลอง A จะได้จำนวนโอโอไซต์ชนิด matured มากกว่าและโอโอไซต์ชนิด immature น้อยกว่ากลุ่ม B นำโอโอไซต์ที่ได้ไปเพาะเลี้ยงเพื่อให้เกิดภาวะพร้อมปฏิสนธิในน้ำยาเพาะเลี้ยงโดยเลี้ยงร่วมกับเซลล์กรานูโลซานาน 24 ชั่วโมง สำหรับโอโอไซต์ชนิด immature และ 4 ชั่วโมง สำหรับโอโอไซต์ชนิด matured จากการสุ่มตัวอย่างโอโอไซต์ทั้ง 2 ชนิดมาตรวจสอบภาวะพร้อมปฏิสนธิ พบว่ามีอัตราการเกิดภาวะพร้อมปฏิสนธิไม่แตกต่างกัน (73.6% และ 73.5% ตามลำดับ) นำโอโอไซต์ส่วนที่เหลือไปปฏิสนธินอกร่างกายกับตัวอสุจิที่ผ่านขบวนการ capacitation จากนั้นเลี้ยงตัวอ่อนที่ได้ในน้ำยาเพาะเลี้ยงชนิด B₂ ที่เติม 10% FCS โดยเลี้ยงร่วมกับเซลล์ท่อไข่โค ตรวจสอบอัตราการแบ่งตัวหลังจากปฏิสนธินอกร่างกาย 48 ชั่วโมง พบว่า ได้อัตราการแบ่งตัวเท่ากับ 32.9% (114/346 ใบ) โดยไม่มีความแตกต่างระหว่างโอโอไซต์ชนิด immature และโอโอไซต์ชนิด matured เท่ากับ 32.2%และ 35.4% ตามลำดับ จากผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่า สามารถฉีดกระตุ้นรังไข่ลูกโคพื้นเมืองไทยก่อนวัยเจริญพันธุ์ได้ด้วยฮอร์โมนโกนาโดโทรปินรวมทั้งกระตุ้นซ้ำโดยวิธีการเปิดผ่าช่องท้องเจาะเก็บโอโอไซต์และฮอร์โมน เอช ซี จี มีผลต่อการเพิ่มจำนวน โอโอไซต์ชนิด immature และอัตราการเก็บโอโอไซต์ อีกทั้งสามารถนำโอโอไซต์ที่ได้ไปทำการปฏิสนธินอกร่างกายและสามารถเจริญเป็นตัวอ่อนได้หลังการผสม 48 ชม.

ภาควิชา.....สัตวศาสตร์ (สัตวแพทยศาสตร์) ภาควิชาการสัตวแพทยศาสตร์
สาขาวิชา.....สัตวการสัตวแพทยศาสตร์
ปีการศึกษา.....2538

ลายมือชื่อนิสิต.....รังสี อุดยานุภาพ
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....ดร.มงคล เตชะกำพูน
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....ดร.ชัยณรงค์ โลหะจิต

C655015 : MAJOR THERIOGENOLOGY
KEY WORD:

IVF / PREPUBERAL CALVES / OOCYTE / CLEAVAGE RATE / FSH

RANGSRI ADULYANUBAP : IN VITRO FERTILIZATION IN PREPUBERAL CALVES.

THESIS ADVISOR : ASSOC.PROF. Dr. MONGKOL TECHAKUMPHU , Ph.D. , THESIS

CO-ADVISOR :ASSOC. PROF. Dr.CHAINARONG LOHACHIT , Ph.D.,THESIS CO-ADVISOR

:ASSOC. PROF. Dr. DUANGNARUMON PRACHANKHADEE , Ph.D. 78 pp.

ISBN 974-633-448-4

This research had the objective to study the stimulation in Thai prepuberal native calves by gonadotropin hormone and also repeated stimulation and effect to the hCG administration and calf oocytes can be fertilized in vitro and developed to 2 - 4 cell stage embryo after 48 hrs. Ten Thai native calves at 4 -6 months of age were treated with FSH by the regimens as follows; total dose ,192 mg IM. in 8 injection (32/32 , 24/ 24 , 24/ 24 and 16/16 mg) at 12 hrs. intervals. On the last day of FSH treatment ,calves were randomized into 2 groups of 5 calves of each as follows: Treatment A(FSH+ hCG) , received an IM injection of hCG 500 iu but treatment B (FSH only) not received hCG injection. Oocytes collection by caudal midline laparotomy were performed 24 hrs. later by general anesthesia. The oocytes were directly aspirated and classified into 2 types : matured oocytes and immature oocytes and repeated stimulation 3 times by alternately among the treatment (A→B , B→A) at 6 - 8 weeks interval. Ovarian response of thai prepuberal calves for 40 stimulations were 32.2 ± 3.0 / stimulation/calf and no difference among number of stimulation. Treatment A (FSH + hCG) were no difference of ovarian response both number and size of follicles compared with treatment B (FSH only). Seven hundred and four oocytes were aspirated from 1274 follicles average 17.6 ± 1.8 oocyte/stimulation/ calf and oocyte recovery rate were 55.2 % that treatment A had more than treatment B (59.1 and 50.0 % respectively). Repeated stimulation decrease number of matured oocytes ($P < 0.05$). Treatment A were matured oocytes more than treatment B Oocyte were cultured in maturation media: TCM-199 with granulosa cell for 24 hrs. in mature oocytes and 4 hrs in mature oocytes sampling oocyte for fixation , Maturation rate did not difference between 2 gr. (73.6 % and 73.5% resp.) . Retained of oocytes were inseminated by swim-up spermatozoa for 18 hrs. and culture in B₂ medium coculture with BOEC. Cleavage rate after insemination 48 hrs. were 32.9%(114/ 346) and no difference between immature and matured oocytes (32.2 % and 35.4 % resp.). This experiments indicated that had possibility to stimulate Thai prepuberal native calves by gonadotropin hormone and also repeated stimulation . The hCG administration had no effect to increased ovarian response but increased number of matured oocyte and oocyte recovery rate. Calf oocytes could be fertilized in vitro and developed to 2 - 4 cell stage embryo after 48 hrs.

ภาควิชา..... สัตวศาสตร์ เชนมวธอวิทยาและสัตววิทยาการสืบพันธุ์..... ลายมือชื่อนิสิต..... วิชา อุตสาหกรรม
สาขาวิชา..... สัตวศาสตร์..... ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา..... วิชา อุตสาหกรรม
ปีการศึกษา..... 2538..... ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม..... วิชา อุตสาหกรรม

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความช่วยเหลืออย่างดียิ่งของรองศาสตราจารย์ น.สพ.ดร. มงคล เดชะกำพุ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ รองศาสตราจารย์ น.สพ.ดร. ชัยณรงค์ โลหิตและ รองศาสตราจารย์ น.สพ.ญ.ดร. ดวงนฤมล ประชัญคดี อาจารย์ที่ปรึกษา วิทยานิพนธ์ร่วม ซึ่งท่านได้ให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นต่างๆของการวิจัยมาด้วยดีตลอด นอกจากนี้ ผู้วิจัยขอขอบคุณ

- ศ.น.สพ. ดร อรรถพ คุณาวงษ์กฤต ประธานคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์
- น.สพ. สัมพันธ์ สิงหจันทร์ คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์
- คณาจารย์และเจ้าหน้าที่ของภาควิชาสัตวศาสตร์ เชนุเวชวิทยาและวิทยาการสืบพันธุ์ คณะสัตวแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- รองศาสตราจารย์ ดร. จันทรจักรัส เรียวเดชะและ อาจารย์ ศักดิ์ชัย โดภาณูรักษ์ ที่ให้คำแนะนำการวิเคราะห์ทางสถิติ
- กองผสมเทียม กรมปศุสัตว์ ที่สนับสนุนฮอร์โมน เอฟ เอส เอช จำนวนหนึ่ง
- บริษัท แอ็ควานซ์ฟาร์มา จำกัด ที่สนับสนุนฮอร์โมนโปรเจสเตอร์โรนในการวิจัย
- บริษัท เอส เอ เอช(ไทยแลนด์)จำกัด ที่สนับสนุนยาปฏิชีวนะในการวิจัย
- ทุนรัชดาภิเษกสมโภช ปี 2538 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่สนับสนุนเงินทุนเพื่อใช้ในการวิจัย
- ทุนอุดหนุนโครงการวิจัยหรือค้นคว้าเพื่อทำวิทยานิพนธ์ ปีการศึกษา 2538 ที่สนับสนุนเงินบางส่วนเพื่อใช้ในการวิจัย
- น.สพ. มัครพล ตั้งปาลพงศ์ ที่สนับสนุนในการจัดพิมพ์
- ท้ายนี้ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ บิดา-มารดา ที่ให้กำลังใจตลอดมา

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 แสดงโปรแกรมการฉีดกระตุ้นลูกโคด้วยฮอร์โมนโกนาโดโทรปิน.....	21
2.2 แสดงการเปลี่ยนกลุ่มทดลองในการฉีดฮอร์โมนกระตุ้นซ้ำ.....	22
3.1 การตอบสนองของรังไข่ในลูกโคพื้นเมืองไทยก่อนวัยเจริญพันธุ์เมื่อกระตุ้นซ้ำด้วยฮอร์โมนโกนาโดโทรปิน.....	34
3.2 การตอบสนองของรังไข่ในลูกโคพื้นเมืองไทยก่อนวัยเจริญพันธุ์เมื่อกระตุ้นซ้ำด้วยฮอร์โมนโกนาโดโทรปินเปรียบเทียบกับระหว่างกลุ่มทดลองAและB.....	36
3.3 ชนิดของโอโอไซต์และอัตราการเก็บโอโอไซต์ในลูกโคพื้นเมืองไทยก่อนวัยเจริญพันธุ์เมื่อกระตุ้นซ้ำด้วยฮอร์โมนโกนาโดโทรปิน.....	39
3.4 ชนิดของโอโอไซต์และอัตราการเก็บโอโอไซต์ในลูกโคพื้นเมืองไทยก่อนวัยเจริญพันธุ์เมื่อกระตุ้นซ้ำด้วยฮอร์โมนโกนาโดโทรปินเปรียบเทียบกับระหว่างกลุ่มทดลองAและB.....	43
3.5 การเกิดสภาวะพร้อมปฏิสนธิของโอโอไซต์จากลูกโคพื้นเมืองไทยก่อนวัยเจริญพันธุ์หลังจากผ่านการ IVM.....	44
3.6 อัตราการแบ่งตัวของโอโอไซต์หลังการปฏิสนธิในอกร่างกายเปรียบเทียบกับระหว่างโอโอไซต์ชนิด matured และ immature.....	46

สารบัญรูปภาพและกราฟ

รูปที่	หน้า
1.1 แสดงแบบจำลองการเจริญของฟอลลิเคิลในแกะ.....	2
1.2 แบบจำลองแสดงการแบ่งตัวแบบไมโอซิสของโอโอไซต์.....	4
1.3 จำนวนฟอลลิเคิลชนิดต่างๆของรังไข่โคหลังเกิด.....	5
1.4 แสดงการเจริญของฟอลลิเคิลที่มีลักษณะเป็นคลื่น(wave)ในลูกโคก่อน วัยเจริญพันธุ์อายุ 14-30วัน โดยการตรวจด้วยเครื่องอัลตราซาวด์.....	6
1.5 แสดงจำนวนของฟอลลิเคิลขนาดต่างๆในลูกโคอายุ 2,8,14,24 และ34 สัปดาห์ โดยการใช้เครื่องอัลตราซาวด์.....	7
1.6 แผนภาพแสดงขบวนการปฏิสนธินอกร่างกาย(In vitro Fertilization).....	12
2.1 ลูกโคพื้นเมืองไทยก่อนวัยเจริญพันธุ์ที่เลี้ยงไว้ใช้ในการทดลอง.....	19
2.2 การตรวจสอบภาพและการชั่งน้ำหนักลูกโคก่อนเริ่มการทดลอง.....	19
2.3 สอรัมอนที่ใช้ในการทดลอง.....	20
2.4 แผนภาพแสดงโปรแกรมการฉีดสอรัมอนเพื่อกระตุ้นการสร้างฟอลลิเคิล.....	21
2.5 การเตรียมลูกโคโดยนอนหงายท้องบนโต๊ะผ่าตัดชนิดแฮนโนเวอร์.....	23
2.6 แสดงตำแหน่งเปิดผ่าช่องท้องบริเวณกลางลำตัวระหว่างเส้นมดลูกหน้า และก้น.....	23
2.7 การเปิดผ่าช่องท้อง(Laparotomy)เพื่อตรวจการตอบสนองของรังไข่ต่อการฉีด กระตุ้นด้วยสอรัมอน.....	25
2.8 การเจาะฟอลลิเคิลโดยใช้ไซริงค์ต่อกับเข็มเบอร์ 19.....	25
2.9 แสดงชนิดของโอโอไซต์ที่เจาะได้จากลูกโค.....	26
2.10 โอโอไซต์ที่มีการแผ่ขยายตัวของเซลล์กนูลล์หลังเพาะเลี้ยงนาน 24 ชั่วโมง.....	28
2.11 การทำ Fixation ในสารละลายของ absoluted methanol ต่อ acetic acid อัตราส่วน 3:1.....	28
2.12 โอโอไซต์ที่ผ่านการย้อมด้วยสี 1% Aceto-orcein.....	29
2.13 ภาพขยายแสดงโอโอไซต์ที่มีโครโมโซมอยู่ในระยะเมตาเฟส 2 และมี โพลาร์บอดีที่ 1.....	29
2.14 วิธีการ SWIM UP ในน้ำยา Capacitation ของตัวสุจิ.....	31

2.15 การเตรียมเยื่อบุผิวท่อนำไข่(Bovine Oviductal Epithelial cell).....	31
3.1 ผลการตอบสนองของรังไข่ลูกโคที่กระตุ้นซ้ำด้วยฮอร์โมนโกนาโดโทรปิน.....	35
3.2 ผลการตอบสนองของรังไข่ต่อการกระตุ้นซ้ำ4ครั้งด้วยฮอร์โมนโกนาโดโทรปิน.....	35
3.3 ผลการตอบสนองของรังไข่ลูกโคที่กระตุ้นด้วยฮอร์โมนโกนาโดโทรปิน เปรียบเทียบระหว่างกลุ่มที่ฉีด FSH+hCGและกลุ่มที่ฉีด FSH.....	37
3.4 อัตราการเก็บโอโอไซต์ต่อการกระตุ้นซ้ำ 4 ครั้งด้วยฮอร์โมนโกนาโดโทรปิน.....	37
3.5 แสดงอัตราการเก็บโอโอไซต์เปรียบเทียบระหว่างกลุ่มทดลอง A และ B.....	40
3.6 ชนิดของโอโอไซต์ที่เปรียบเทียบระหว่างการกระตุ้นซ้ำ 4 ครั้ง.....	40
3.7 ชนิดของโอโอไซต์จากลูกโคที่กระตุ้นซ้ำด้วยฮอร์โมนโกนาโดโทรปินเปรียบเทียบ ระหว่างโอโอไซต์ชนิด matured และ immature.....	42
3.8 รูปที่ 3.8 อัตราการเกิดสภาวะพร้อมปฏิสนธิพร้อมปฏิสนธิของโอโอไซต์เปรียบเทียบ ระหว่างโอโอไซต์ ชนิด matured และ immature.....	42
3.9 ตัวอ่อนระยะ 2 เซลล์ที่ได้จากการปฏิสนธินอกร่างกายจากโอโอไซต์ของลูกโค .	45
3.10 ตัวอ่อนระยะ 4 เซลล์ที่ได้จากการปฏิสนธินอกร่างกายจากโอโอไซต์ของลูกโค.	45
3.11 อัตราการแบ่งตัวหลังการปฏิสนธินอกร่างกายเปรียบเทียบระหว่างโอโอไซต์ชนิด matured และ immature.....	46
4.1 แสดงอาการเป็นสัดโดยการปีนลูกโคตัวอื่น(Mounting behavior)หลังการกระตุ้น ด้วยฮอร์โมนโกนาโดโทรปิน.....	48
4.2 แสดงอาการเป็นสัด โดยมีน้ำเมือกใสบริเวณปากช่องคลอด.....	48
4.3 การเชื่อมติดกัน(adhesion)ระหว่างรังไข่กับมดลูกและท่อนำไข่.....	50
4.4 ฟอลลิเคิลที่ไม่ได้อยู่บนผิวรังไข่เนื่องจากการเชื่อมติดกันระหว่างรังไข่ กับมดลูก.....	50

รายการสัญลักษณ์และคำย่อ

ภาษาไทย

กก = กิโลกรัม
ชม = ชั่วโมง
มล = มิลลิลิตร
มม = มิลลิเมตร
มก = มิลลิกรัม

ภาษาอังกฤษ

FSH = Follicle stimulating hormone
LH = Luteinizing hormone
hCG = Human chorionic gonadotropin
TCM = Tissue culture medium
NIH = National institutes of health (U.S.A.)
mM = millimolar
 μ l = microlitre
 μ g/ml = microgram/millilitre
mg/ml = milligram/millilitre