



รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการ: การศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางจุลพยาธิวิทยาของตับ
ในโคนมระยะหลังคลอด

โดย นายธีระ รักความสุข

๒๐ สิงหาคม ๒๕๔๕

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการ: การศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางจุลพยาธิวิทยาของตับ
ในโคนมระยะหลังคลอด

คณะผู้จัดทำ

สังกัด

1. นายธีระ รักความสุข

ภาควิชาอายุรศาสตร์ คณะสัตวแพทยศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์วิทยาเขตกำแพงแสน
อ.กำแพงแสน จ.นครปฐม 73140

2. Dr. Theo Wensing

Faculty of Veterinary Medicine
Utrecht University
Yalelaan 7, 3584 CL Utrecht
The Netherlands

วันที่.....	๒๕๔๖
เลขทะเบียน.....	00019
เลขเรียกหนังสือ.....	PDF 44

๐๐๓

สนับสนุนโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย

(ความเห็นในรายงานนี้เป็นของผู้วิจัย สกว. ไม่จำเป็นต้องเห็นด้วยเสมอไป)

ศูนย์เสริมศักยภาพกลุ่มสนับสนุนการวิจัย (สกว.)

ตึก ๒๑ อาคาร ๒๑ ชั้น ๒ ถนนพหลโยธิน แขวงสามเสน

เลขที่ ๑๗๑ ๑๗-๒๑ ถนนพหลโยธิน แขวงสามเสน

เขตปทุมธานี กรุงเทพมหานคร 10400

โทรศัพท์ ๒๙๘-๐๔๕๕ โทรสาร ๒๙๘-๐๔๗๖

Homepage : <http://www.trf.or.th>

E-mail : trf-info@trf.or.th

ห้องสมุด



โครงการ: การศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางจุลพยาธิวิทยาของตับในโคนมระยะหลังคลอด

บทคัดย่อ

ศึกษาปัญหาการสะสมของไขมันในตับ (fatty liver) ของโคนมในฟาร์มโคนมแห่งหนึ่งของประเทศไทย โดยการวัดความเข้มข้นของไตรเอซิลกลีเซอรอลในเนื้อเยื่อตับและศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางจุลพยาธิวิทยาของเนื้อเยื่อตับ คัดเลือกโคนมในระยะแท้งนมจำนวน 20 ตัว เก็บตัวอย่างเนื้อเยื่อตับในสัปดาห์ที่ 2 ก่อนถึงวันกำหนดคลอด และในสัปดาห์ที่ 1, 2, 3 และ 4 หลังคลอด จากผลการทดลอง ในสัปดาห์ที่ 2 ก่อนถึงกำหนดคลอด ความเข้มข้นของไตรเอซิลกลีเซอรอลเฉลี่ยในตับของโคทั้งหมดคือ 24.3 ± 1.0 มิลลิกรัม/กรัม ของตับ ภายหลังคลอด สามารถแบ่งโคออกเป็น 3 กลุ่มตามระดับความเข้มข้นของไตรเอซิลกลีเซอรอลที่ตรวจวัดได้จากตัวอย่างเนื้อเยื่อตับ คือ กลุ่มที่มีการสะสมของไขมันในตับระดับต่ำมีโคจำนวน 6 ตัว กลุ่มที่มีการสะสมของไขมันระดับปานกลางมีโคจำนวน 8 ตัว และ กลุ่มที่มีการสะสมของไขมันในตับในระดับสูงมีโคจำนวน 6 ตัว จากผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่าโคนมหลังคลอดจำนวน 70% มีภาวะขาดสมดุลของพลังงาน โดยตรวจพบโคที่มีความเข้มข้นของไตรเอซิลกลีเซอรอลในตับสูงกว่า 50 มิลลิกรัม/กรัม ของตับ จำนวน 14 ตัว การศึกษาทางจุลพยาธิวิทยาของตับในโคนม แสดงให้เห็นว่าโคที่มีปัญหาการสะสมของไขมันในระดับปานกลางและระดับสูงมีเซลล์ตับจำนวนมากที่มี fat vacuole อยู่ภายในเซลล์ ปริมาณน้ำมันเฉลี่ยในโคนมแต่ละกลุ่ม คือ 29 ± 6 , 31 ± 5 และ 34 ± 7 กิโลกรัมต่อวันสำหรับโคกลุ่มที่มีการสะสมของไขมันระดับต่ำระดับปานกลาง และระดับสูงตามลำดับ โดยที่พบว่าโคในกลุ่มที่มีการสะสมของไขมันระดับสูงมีแนวโน้มที่จะผลิตน้ำมันปริมาณที่มากกว่า แสดงให้เห็นว่าโคนมในกลุ่มนี้อาจมีภาวะพลังงานขาดสมดุลที่รุนแรงกว่า จึงทำให้มีการสะสมของไขมันในตับที่ระดับที่รุนแรงกว่าด้วย การเปลี่ยนแปลงทางพยาธิวิทยาสอดคล้องกับการตรวจวัดความเข้มข้นของไตรเอซิลกลีเซอรอลในตับ ซึ่ง fat vacuole ที่เกิดขึ้นในเซลล์ตับอาจมีผลกระทบต่อการทำหน้าที่ของตับ ซึ่งยังคงต้องทำการศึกษาต่อไป กล่าวโดยสรุป การศึกษานี้เป็นการรายงานครั้งแรกถึงปัญหาการสะสมไขมันในตับโคนมในประเทศไทย ซึ่งอาจมีความเป็นไปได้ที่ปัญหาดังกล่าวจะสัมพันธ์หรือมีส่วนเกี่ยวข้องกับปัญหาหลังคลอดอื่นๆ เช่น ปัญหาผสมไม่ติด ปัญหาระบบเมตาโบลิซึม ฯลฯ ที่พบในโคนมที่เลี้ยงในประเทศไทย

ABSTRACT

We investigated fatty liver problem in dairy cows raised in a commercial dairy herd in Thailand by determination of triacylglycerol concentrations and histological changes of the liver. Twenty Holstein-Friesian dry cows were randomly selected. Liver samples were collected at -2, 1, 2, 3, and 4 wk from parturition. At -2 wk, mean liver triacylglycerol concentration was 24.3 ± 1.0 mg/g of liver. After parturition, we arbitrarily divided cows into three groups according to their liver triacylglycerol concentrations; 6 cows in mild fatty liver group, 8 cows in moderate fatty liver group, and 6 cows in severe fatty liver group. Our results showed that 70% of dairy cows in this herd suffered from negative energy balance after parturition. Histology revealed that livers of cows in moderate to severe fatty liver groups had a considerable number of hepatocytes with fat vacuole. Average milk production during the first 30 d postpartum was 28 ± 6 , 31 ± 5 , and 34 ± 7 kg/d for mild, moderate, and severe fatty liver groups, respectively; and the milk production in severe fatty liver group tended to be higher than the milk production in mild or moderate fatty liver cows, indicating that cows with higher milk yield tended to enter deeper negative energy balance postpartum, leading to accumulate greater amount of triacylglycerols in their livers. In conclusion, we reported the first evidence of fatty liver problem in high producing dairy cows in Thailand, and it is very likely that postparturient problems founded Thai dairy herd could related to negative energy balance and fatty liver. However, further research is required before this assumption could be made.

หน้าสรุปโครงการ (Executive summary)

1. ชื่อโครงการ การศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางจุลพยาธิวิทยาของตับในโคนมระยะหลังคลอด
2. ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย

การขาดสมดุลของพลังงาน (negative energy balance) เป็นภาวะที่เกิดขึ้นได้ในโคนมระยะหลังคลอดโดยเฉพาะในช่วง 1-4 สัปดาห์แรก ทั้งนี้เนื่องจากพลังงานที่ได้รับจากอาหารไม่เพียงพอกับพลังงานที่โคนมต้องการเพื่อการดำรงชีพและการสร้างน้ำนม ดังนั้นโคนมจะมีการตอบสนองต่อภาวะการขาดสมดุลของพลังงานนี้โดยการสลายพลังงานที่สะสมไว้ในร่างกายได้แก่ ไขมัน และ โปรตีน การสลายตัวของไขมัน (lipolysis) ที่เกิดขึ้นจะส่งผลให้มีการปล่อยกรดไขมันอิสระ (non-esterified fatty acids) เข้าสู่กระแสโลหิตในปริมาณมาก ซึ่งจะส่งผลให้มีการสะสมของไขมันในรูปไตรเอซิลกลีเซอรอล (triacylglycerols) ที่ตับในปริมาณสูง การสะสมของไตรเอซิลกลีเซอรอลในตับทำให้การทำหน้าที่ของตับถูกรบกวน โดยเฉพาะหน้าที่ในการสร้างกลูโคส (gluconeogenesis) และหน้าที่ในการกำจัดสารพิษ (detoxification) ซึ่งจะสัมพันธ์กับปัญหาสุขภาพ ผลผลิต และ ระบบสืบพันธุ์ในโคนม การศึกษาถึงการเปลี่ยนแปลงของตับทางจุลพยาธิวิทยาและทางชีวเคมี จะทำให้ทราบถึงการเปลี่ยนแปลงต่างๆ ที่เกิดขึ้นในตับ ทั้งนี้เพื่อใช้เป็นแนวทางในการป้องกันการสะสมของไตรเอซิลกลีเซอรอลที่มากเกินไปในตับได้อย่างมีประสิทธิภาพเป็นการช่วยลดปัญหาต่างๆ ที่จะเกิดขึ้นตามมา

3. วัตถุประสงค์ของโครงการ

เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางจุลพยาธิวิทยาของตับในโคนมระยะหลังคลอด

4. ระเบียบวิธีวิจัย

การเก็บตัวอย่าง

- คัดเลือกโคนมระยะแห้งนม (dry period) จำนวน 20 ตัว จากฟาร์มโคนมแห่งหนึ่ง โดยใช้โคใน lactation number ระหว่าง 2-3 และมีน้ำนมเฉลี่ยต่อ lactation ประมาณ 5,000 กิโลกรัม
- เก็บตัวอย่างตับเป็นระยะๆ จำนวน 5 ครั้ง คือ 2 สัปดาห์ก่อนคลอด, 1, 2, 3 และ 4 สัปดาห์หลังคลอด ตัวอย่างที่ได้แยกเก็บเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนที่หนึ่งเก็บใน normal saline solution เพื่อวิเคราะห์ความเข้มข้นของไตรเอซิลกลีเซอรอล ส่วนที่สองเก็บใน 10% formalin เพื่อตรวจทางจุลพยาธิวิทยา

การตรวจตัวอย่าง

- ตรวจความเข้มข้นของไตรเอซิลกลีเซอรอลในเนื้อเยื่อตับด้วย commercial kit
- ศึกษา histopathology ของเนื้อเยื่อตับผ่านทางกล้องจุลทรรศน์

การวิเคราะห์ข้อมูล

- วิเคราะห์ข้อมูลความเข้มข้นของไตรเอซิลกลีเซอรอลในเชิงเปรียบเทียบระหว่างความเข้มข้นก่อนคลอดและความเข้มข้นหลังคลอดด้วยวิธี Paired t test และสถิติเชิงพรรณนา
- ข้อมูลทาง histopathology ใช้วิธีสถิติเชิงพรรณนา

เนื้อหางานวิจัย (Research details)

สัตว์ทดลอง :

งานวิจัยนี้ทำในฟาร์มโคนมในอำเภอบึงกริช จังหวัดนครราชสีมา โคนมในฟาร์มนี้ประกอบด้วย แม่โครีดนม 532 ตัว โคแห้งนม 112 ตัว ลูกโคและโคสาวทดแทน 550 ตัว ปริมาณน้ำนมเฉลี่ยเท่ากับ 11,920 กิโลกรัมต่อวัน ทำการคัดเลือกโคนมในระยะแห้งนม (dry period) จำนวน 20 ตัว โดยมีรายละเอียดดังแสดงใน Table 1

Table 1. General information of the cows.

Cow number	Calving date	Date at drying off	Dry period			Lactation number	Milk	
			(day)	BCS	Birth date		yield (kg)	Age (month)
95	12 Nov 01	6 Jul 01	129	3.25	8 Aug 91	6	7119	9.92
268	13 Nov 01	20 Sep 01	54	3.25	19 Sep 92	5	8765	9.01
346	7 Dec 01	2 Mar 01	280	4.5	2 Mar 94	4	8666	7.01
398	25 Nov 01	20 Sep 01	66	3.5	5 Apr 94	5	9621	7.47
3020	28 Dec 01	27 Apr 01	245	4	5 Feb 94	3	9688	7.23
6010	16 Dec 01	11 Oct 01	66	3.5	14 Apr 96	3	6627	5.50
6090	10 Dec 01	11 Oct 01	60	3.5	30 Jul 96	2	8269	5.20
6096	23 Dec 01	21 Sep 01	93	3.75	20 Jul 96	3	8324	5.18
6147	20 Dec 01	12 Oct 01	69	3.5	11 Sep 96	2	5998	5.09
7058	10 Nov 01	22 Aug 01	80	3.5	29 Mar 97	2	8896	4.40
7121	4 Dec 01	2 Mar 01	277	3.5	22 Jul 97	1	7486	3.61
7142	15 Nov 01	27 Sep 01	49	3.75	20 Aug 97	2	8822	4.11
7152	14 Dec 01	17 Oct 01	58	3.75	4 Sep 97	2	5277	4.12
8025	12 Dec 01	3 Oct 01	70	3.5	24 Feb 98	1	6776	3.61
8066	19 Dec 01	30 Mar 01	264	3.5	4 Jun 98	1	4450	2.82
8123	25 Nov 01	9 Oct 01	47	3.75	13 Oct 98	1	8505	2.99
8135	9 Dec 01	7 Oct 01	63	3.5	21 Oct 98	1	6387	2.96
8171	25 Nov 01	7 Oct 01	49	3.75	7 Dec 98	1	7212	2.84
8175	10 Dec 01	12 Oct 01	59	3.25	11 Dec 98	1	9020	2.84
8178	5 Dec 01	17 Oct 01	49	3.5	13 Dec 98	1	6687	2.85

อาหารและการให้อาหาร :

โคนมได้รับอาหารตามความต้องการโดยในระยะแห้งนมโคและระยะใกล้คลอด จะได้รับอาหาร 2 ครั้งต่อวัน โคในระยะหลังคลอดจะได้รับอาหาร 4 ครั้งต่อวัน โดยสูตรอาหารที่ใช้ในโคนมทั้งในระยะแห้งนมและหลังคลอดแสดงใน Table 2

Table 2. Composition of total mixed rations (TMR) as fed.

Ingredient	Dry period	Transition period	Lactating period
	kg as fed		
PCL-3 ¹	0.8	...	...
PCL-P ²	...	2.0	...
PCL-F ³	...	...	3.8
Wet brewer grain	8.0	7.0	10.0
Corn silage	8.0	12.5	12.5
Peanut hay	3.5	6.0	6.0
Rice straw	2.0	...	...
Cassava chips	...	1.0	1.3
Whole cotton seed	...	0.6	2.0
Ground corn	...	...	1.0
Molasses	1.0	0.5	0.5
Premixes	0.5	0.5	1.0

¹Consisting of 33.0% soybean meal, 27% canola meal, 22.5% wheat bran, 11% dried brewer grain, 4.1% limestone, and 2.4% salts.

²Consisting of 54.5% soybean meal, 15.0% canola meal, 13.0% dried brewer grain, 11.0% corn gluten meal, 4.7% salts, and 1.8% biophos.

³Consisting of 44.0% soybean meal, 27.0% corn gluten meal, 14.0% canola meal, 5.5% dried brewer grain, 1.9% salts, and 1.6% limestone.

การเก็บตัวอย่าง :

เก็บตัวอย่างเนื้อเยื่อตับในโคนมทั้ง 20 ตัวจำนวน 5 ครั้งดังนี้

- | | |
|------------|-------------------------------------|
| ครั้งที่ 1 | 2 สัปดาห์ก่อนคลอด (12 ± 7 วัน) |
| ครั้งที่ 2 | 1 สัปดาห์หลังคลอด (7 ± 2 วัน) |
| ครั้งที่ 3 | 2 สัปดาห์หลังคลอด (14 ± 2 วัน) |
| ครั้งที่ 4 | 3 สัปดาห์หลังคลอด (21 ± 2 วัน) |
| ครั้งที่ 5 | 4 สัปดาห์หลังคลอด (28 ± 2 วัน) |

โดยด้วยวิธีการเก็บตัวอย่างเนื้อตับผ่านทางผิวหนัง (percutaneous liver biopsy technique) ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

อุปกรณ์

1. ยาชาเฉพาะที่ Lidocaine HCL 2%
2. biopsy needle

3. ไบมีตผ้าตัด No. 22
4. อุปกรณ์โกนขนและทำความสะอาด
5. สำลี แอลกอฮอล์ ยามาเชื้อ ยาต้านจุลชีพชนิดสเปรย์

วิธีการทำ biopsy

1. เตรียมตัวสัตว์โดยจับบังคับให้ยืนในช่องหรือที่คอกพัก
2. ทำความสะอาด และโกนขนบริเวณระหว่างกระดูกซี่โครงที่ 10 ถึง 13 ที่ตำแหน่งในแนวเดียวกับกึ่งกลางของสวาปด้านขวา โดยโกนขนเป็นบริเวณกว้างและยาวประมาณ 10 ซม. x 10 ซม.
3. ทำความสะอาดและฆ่าเชื้อด้วยแอลกอฮอล์และสเปรย์ด้วย providone iodine
4. ทำการวางยาชาเฉพาะที่ด้วย 2% Lidocaine HCL ปริมาณ 5 มล. ที่ตำแหน่งระหว่างซี่โครงที่ 11 และ 12 (11th intercostal space)
5. ตัดผิวหนังบริเวณดังกล่าวด้วยไบมีต No. 22 โดยมีความยาวเท่ากับความกว้างของไบมีต (ประมาณ 1 ซม.)
6. ใช้ biopsy needle ที่เอาแกนด้านในออกแล้ว แทะเข้าบริเวณที่ตัดโดยมีทิศทางของเข็มขนานกับแกนของแนวสันหลังของโค เก็บตัวอย่างประมาณ 300-400 มก.
7. ทำความสะอาดบาดแผลด้วย providone iodine และสเปรย์อีกครั้งด้วยยาต้านจุลชีพ

วิธีการเก็บเนื้อเยื่อ

1. เนื้อเยื่อที่ได้นำมาวางลงบนกระดาษกรองเพื่อแยกส่วนของเนื้อเยื่ออื่น ๆ และ ล้างเลือดออก
2. แบ่งเนื้อเยื่อที่ได้ออกเป็น 2 ส่วน โดยส่วนแรกเก็บลงในหลอดที่มี physiological saline (ประมาณ 500 มิลลิกรัม) ส่วนที่ 2 เก็บลงในหลอดที่มี 10% formaline (ประมาณ 200 มิลลิกรัม)

การวิเคราะห์ตัวอย่าง :

1. การวิเคราะห์ไตรเอซิลกลีเซอรอล

ตัวอย่างเนื้อเยื่อส่วนที่เก็บใน physiological saline นำมาตรวจหาความเข้มข้นของไตรเอซิลกลีเซอรอลซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

สารเคมี

1. 20% KOH : 20 g KOH in 100 ml of distilled water
2. 0.15 M $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ (MW = 246.48) : 3.7 g $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ in 100 ml of distilled water
3. 1.8 M $HClO_4$: 15.2 ml $HClO_4$ (70-72%) in 100ml of distilled water
4. 1% neutral red : 0.01 g neutral red in 10 ml of 70% alcohol
5. 99.7-100% ethanol

วิธีการ

1. ชั่งตัวอย่างเนื้อเยื่อตับ 50-100 mg ใส่ลงใน centrifuge tube ขนาด 20 ml จำนวน 3 หลอด นำไปเก็บไว้ที่อุณหภูมิ -20°C จนกว่าจะนำมาวิเคราะห์
2. เติม 20% KOH ปริมาณ 0.25 ml ลงในหลอดที่มีตัวอย่างตับ ทั้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 1 คืน (cell destruction step)
3. เติม 99.7-100% ethanol ปริมาณ 0.5 ml ผสมให้เข้ากัน นำไปจุ่มใน water bath อุณหภูมิ 70°C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง (saponification step)
4. ทิ้งไว้ให้เย็น เติม 0.15 M $MgSO_4 \cdot H_2O$ ปริมาณ 0.5 ml ผสมให้เข้ากัน
5. เติม 1% neutral red จำนวน 1 หยด ผสมให้เข้ากัน
6. Neutralize สารละลายตัวอย่างด้วย 1.8 M $HClO_4$ (หรือ NaOH) จนได้ pH ประมาณ 7 (บันทึกปริมาณ $HClO_4$ และ % NaOH ที่ใช้ทั้งหมด) ใช้ pH-paper
7. นำหลอดตัวอย่างไปปั่นที่ 2000 rpm เป็นเวลา 10 นาที
8. นำ supernatant ไปตรวจหาความเข้มข้นของ triacylglycerol (TAG)

การคำนวณ

$$\text{TAG (mg/g of liver)} = \frac{\text{TAG concentration (mg/dL)} / 100 \times \text{total sample volume (ml)}}{\text{mg of liver sample} / 1000}$$

2. การตรวจทางจุลพยาธิวิทยา

ตัวอย่างเนื้อเยื่อตับที่เก็บใน 10% formalin นำมาเตรียมเนื้อเยื่อด้วยวิธี paraffin tissue-processing method และทำ routine staining ด้วยสี hematoxylin และ eosin และศึกษาการเปลี่ยนแปลงของเนื้อเยื่อตับด้วยกล้องจุลทรรศน์

ผลการศึกษา :

ความเข้มข้นของไตรเอซิลกลีเซอรอลในตับโคโคนมแสดงใน Table 3 ซึ่งจากความเข้มข้นที่ตรวจวัดได้ สามารถแบ่งโคออกเป็น 3 กลุ่มตามการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของไตรเอซิลกลีเซอรอลในตับ ได้แก่

- Group 1 : โคที่มีความเข้มข้นของไตรเอซิลกลีเซอรอลในตับหลังคลอด ต่ำกว่า 50 มิลลิกรัมต่อกรัมของตับ (mild fatty liver group)
- Group 2 : โคที่มีความเข้มข้นของไตรเอซิลกลีเซอรอลในตับหลังคลอด ระหว่าง 50-100 มิลลิกรัมต่อกรัมของตับ (moderate fatty liver group)
- Group 3 : โคที่มีความเข้มข้นของไตรเอซิลกลีเซอรอลในตับหลังคลอด มากกว่า 100 มิลลิกรัมต่อกรัมของตับ (severe fatty liver group)

Table 3. Triacylglycerol (TAG) concentrations in the liver of cows arbitrarily divided into three groups according to their liver TAG concentrations postpartum.

Cow number	Weeks from parturition				
	-2	1	2	3	4
Group 1	Triacylglycerol concentration (mg/g of liver wet weight)				
95	25.8	31.2	48.5	44.2	35.6
268	19.4	18.9	27.5	23.3	20.9
7142	24.3	28.1	24.9	18.8	19.9
8175	20.1	48.8	41	34.9	41.7
7152	22.8	34	27.7	23.8	ND ¹
8123	28.8	22	25.2	26.3	18.6
mean	23.5	30.5	32.5	28.6	27.3
SD	3.5	10.6	9.9	9.3	10.6
Group 2					
6090	22.9	55.4	69.1	58.3	36.6
7058	18.4	53.7	61.8	69.6	63
8025	29.9	44.7	39.8	36.1	52.4
8171	33.3	54.6	58.2	74.8	66.9
3020	22.1	74	58.9	48.9	43.5
8066	25.1	76.8	79.3	47.5	38.9
8135	21.8	94.7	79.4	69.9	63
8178	29	74	49.1	52.5	22.8
mean	25.3	66.0	62.0	57.2	48.4
SD	5.0	16.5	13.8	13.4	15.6
Group 3					
346	21.8	114.6	130.6	98.1	97.3
398	20.5	86.5	106.2	105.1	126.8
6010	28.4	94.9	89.6	83.7	104.4
6096	24.7	77.9	79.1	78.7	107.5
6147	18.2	81.3	68.6	110.6	88.8
7121	26.2	114.7	126.2	81.8	88.7
mean	23.3	95.0	100.1	93.0	102.3
SD	3.8	16.3	25.3	13.4	14.3

¹ Not determined.

ผลผลิตน้ำนมของโคนมในแต่ละกลุ่มแสดงใน Table 4

Table 4. Average milk production (kg/d) during the first month of lactation in cows arbitrarily divided into 3 groups according to their liver triacylglycerol concentrations.

	Average milk production during the first month of lactation (kg/day)	SD
Group 1		
95	25.1	6.2
268	25.2	6.6
7142	29.5	8.6
8175	27.6	6.0
7152	24.7	4.8
8123	33.3	9.0
Group 2		
6090	31.1	7.4
7058	30.7	10.1
8025	30.5	7.8
8171	31.2	7.4
3020	29.9	7.2
8066	28.0	8.6
8135	27.2	5.9
8178	29.9	9.6
Group 3		
346	13.1	3.3
398	35.9	8.9
6010	27.2	6.0
6096	39.5	9.1
6147	25.2	6.9
7121	35.9	8.4

การเปลี่ยนแปลงทางจุลพยาธิวิทยาของตับในโคนมในช่วงก่อนและหลังคลอดในแต่ละกลุ่ม
ของโคนมที่มีการสะสมของไตรเอซิลกลีเซอรอลในระดับที่แตกต่างกัน 3 กลุ่ม

Group 1 : mild fatty liver group (Figure 1)

Group 2 : moderate fatty liver group (Figure 2)

Group 3 : severe fatty liver group (Figure 3)

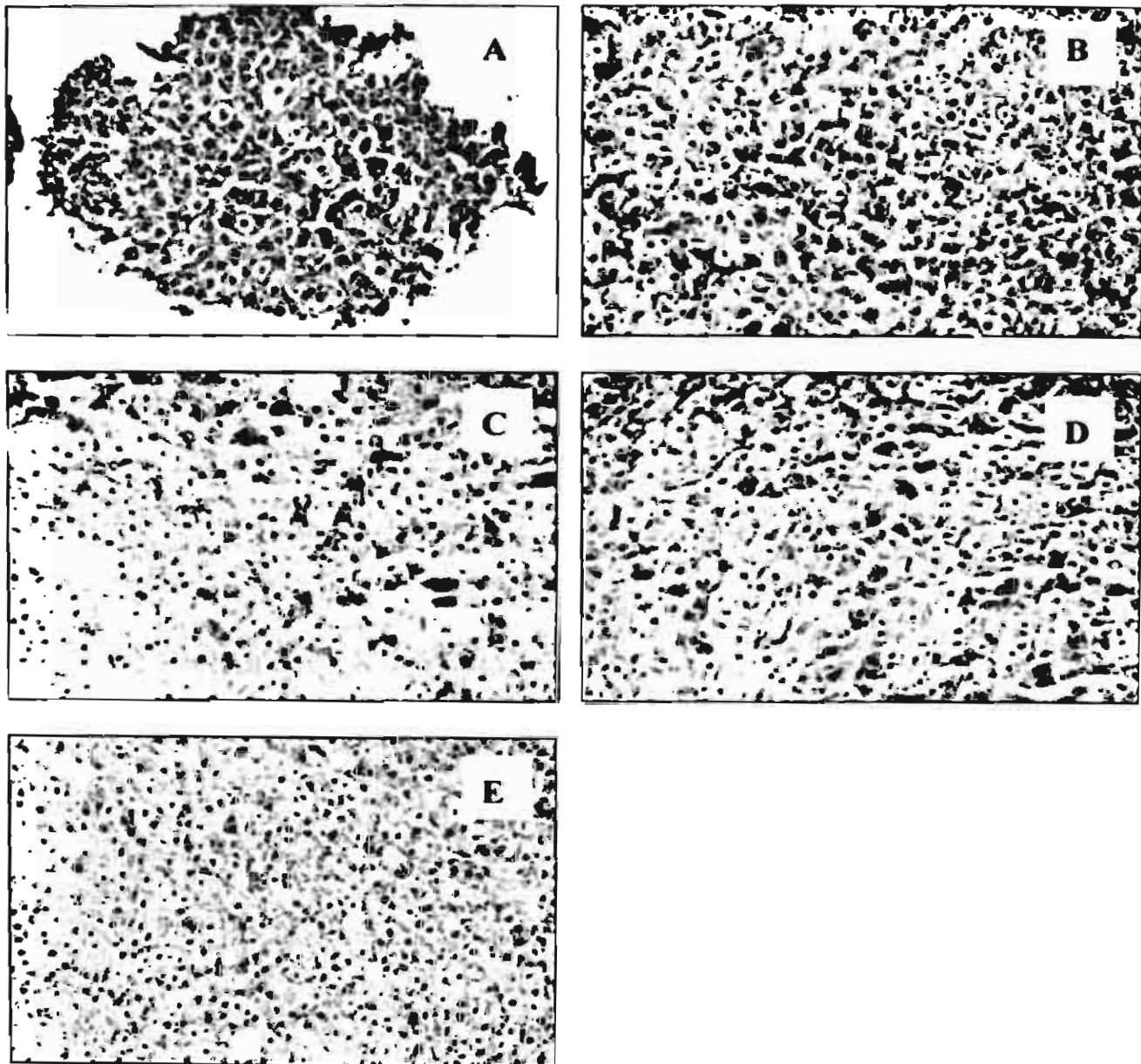


Figure 1. Liver section from a cow in group 1, mild fatty liver group (A: 2 weeks prepartum; B: 1 week postpartum; C: 2 weeks postpartum; D: 3 weeks postpartum; E: 4 weeks postpartum).

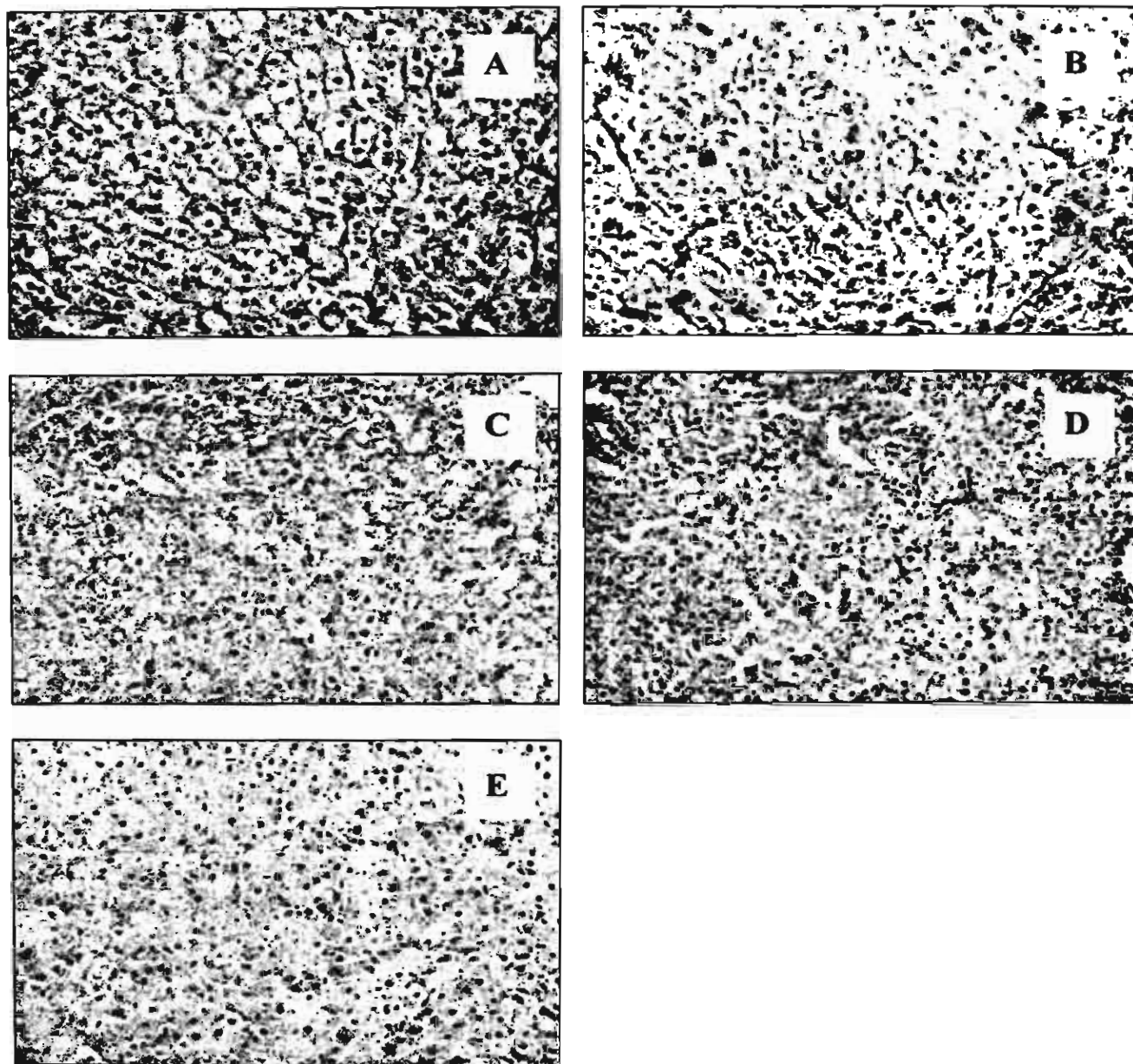


Figure 2. Liver section from a cow in group 2, moderate fatty liver group (A: 2 weeks prepartum; B: 1 week postpartum; C: 2 weeks postpartum; D: 3 weeks postpartum; E: 4 weeks postpartum).

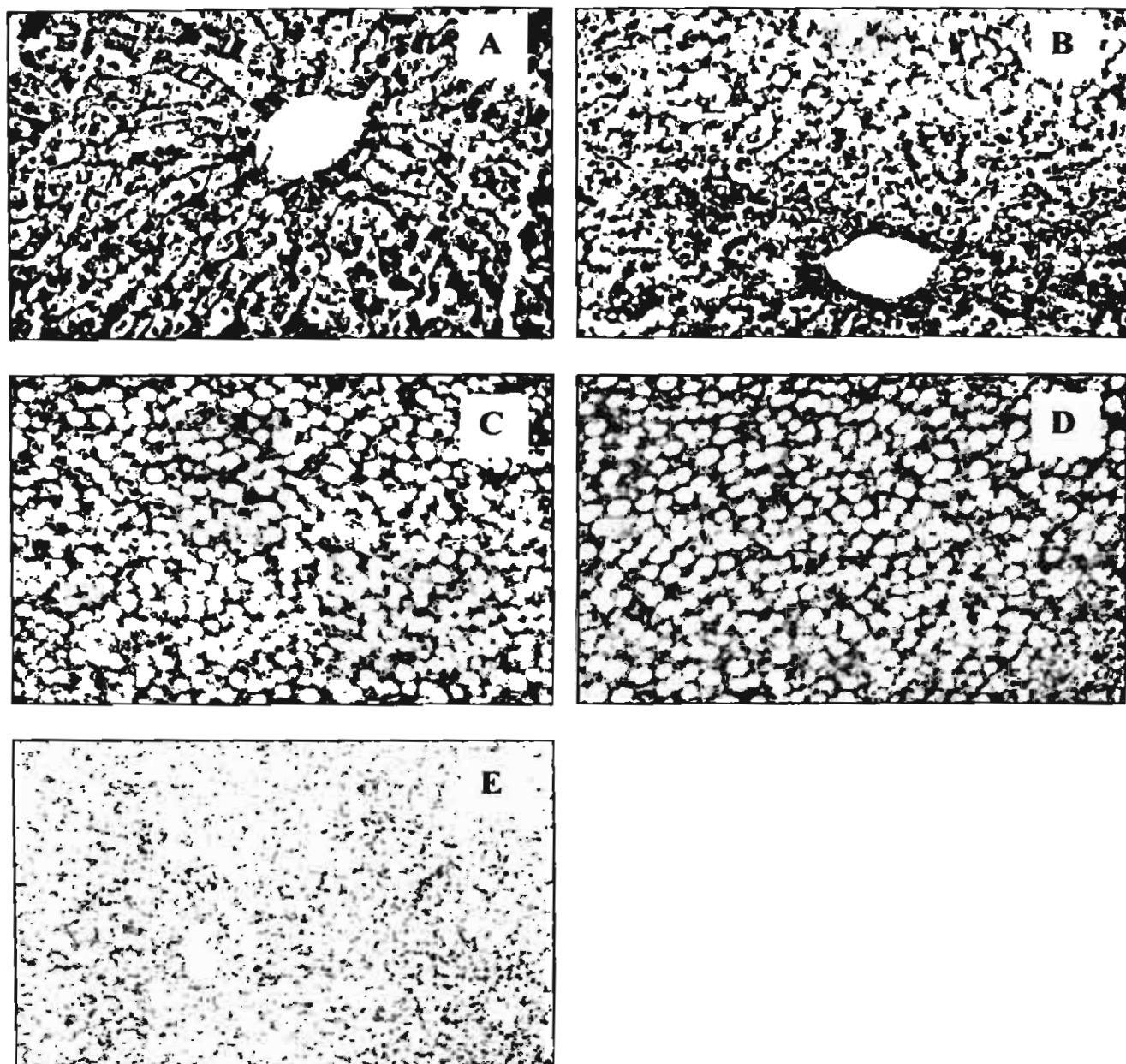


Figure 3. Liver section from a cow in group 3, severe fatty liver group (A: 2 weeks prepartum; B: 1 week postpartum; C: 2 weeks postpartum; D: 3 weeks postpartum; E: 4 weeks postpartum).