

มิชววิทยาของอวัยวะสืบพันธุ์ และตับของไก่กระทาง ภายใต้การเลี้ยงด้วยอาหารผสมกากนุ่นและเมล็ดนุ่น

Histological Study on Effect of Kapok Seed Meal and Kapok Seeds on Gonads and Livers in Broilers

ศุภลักษณ์ เทียนสุวรรณ¹ ประทีป ราชแพทยาคม² และ กฤษณ์ มงคลบุญญา¹
Supaluk Tiansuwan, Prateep Rachapaetayakom and Krit Mongkonpunya

ABSTRACT

Histological studies on gonads and livers of broilers after fed with a ration supplemented with kapok seed meal to replace 20% plant protein or kapok seeds to replace 10% plant protein for 8 weeks were carried out. Increase of stromal connective tissue and decrease of developing follicles were observed in the ovaries in comparison with the control. Proliferation of interseminiferous tubule connective tissue in testes of the treated animals was also revealed. The livers were affected with histological lesions of degeneration, focal necrosis and fibrosis.

บทคัดย่อ

การเลี้ยงไก่ด้วยอาหารผสมกากเมล็ดนุ่น เพื่อลดต้นทุนในการผลิตนุ่น พบว่า Cyclopro-penoid fatty acid ในกากเมล็ดนุ่นทำให้การเจริญเติบโตลดลง เจริญพันธุ์ช้า อัตราการไข่ลดลงในกรณีที่ใช้กากเมล็ดนุ่นในระดับสูง จะทำให้ไก่หยุดไข่ได้ นอกจากนี้ทำให้ตับมีขนาดโตขึ้น จึงได้ทำการศึกษาในระดับเนื้อเยื่อของตับ รังไข่และอวัยวะสืบพันธุ์ เพื่อดูว่ามีความเสื่อมเสียอย่างไร

ผลการทดลองพบว่า การใช้อาหารผสมกากเมล็ดนุ่น 20% และเมล็ดนุ่น 10% แทนที่โปรตีนพืช เลี้ยงไก่กระทางที่มีอายุ 1 วัน นาน 8 สัปดาห์ จะทำให้การเติบโตช้า อัตราการตายสูง น้ำหนักตับเพิ่มขึ้น อวัยวะสืบพันธุ์มีขนาดเล็กกว่าปกติ ค่าฮีโมโกลบินและฮีมา-

โตคริตลดลง ผลทางมิชววิทยาปรากฏว่า เซลล์เกิดการ degeneration, focal necrosis และเกิด fibrosis ในรังไข่จะมี stromal connective tissue เพิ่มขึ้น และลด developing follicle ส่วนในอวัยวะสืบพันธุ์ interseminiferous tubule connective tissue เพิ่มขึ้น

คำนำ

กากเมล็ดนุ่นเป็นผลพลอยได้จากการสกัดน้ำมันพืชจากเมล็ดนุ่น (*Ceiba pentandra*) กากเมล็ดนุ่นที่กระเพาะเปลือกแล้ว มีโปรตีนสูงประมาณ 45% (สุขุม, 2512) ราคาถูกกว่ากากถั่วลิสงและกากถั่วเหลือง โรงงานอาหารสัตว์ได้พยายามนำกากเมล็ดนุ่นมาใช้ในการเลี้ยงสัตว์เพื่อเป็นแหล่งโปรตีนพืชในอาหาร ทำให้ลดต้นทุนค่าอาหารได้ แต่ประสบปัญหาเรื่องกากเมล็ดนุ่นมีสารพิษ ทำให้ลูกไก่ตายหมดถ้าใช้แทนที่

1 ภาควิชาสัตววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และอักษรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2 ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กากถั่วเหลืองทั้งหมดในอาหาร (สุขุม และ จำเนียร, 2513) พิพัฒน์ (2525) ได้พบว่าน้ำมันดิบ (crude oil) ของน้ำมันในในประเทศไทย มี CPFA 13% และประเทืองศรี กับผู้ร่วมงาน (2524) ทำการวิเคราะห์พบว่า มี CPFA ใน น้ำมัน 11.9% และจากการสกัดน้ำมัน ด้วยสารละลาย ปรากฏว่าน้ำมันเหลือในเมล็ด นัน 3.29%

พิษของ CPFA ทำให้การเจริญเติบโตช้า ต่ำมีขนาดใหญ่ขึ้น ในด้านระบบสืบพันธุ์ ทำให้การสมพันธุ์พันธุ์ชาลง อันชะ รงไข่ มีขนาด ลดลง และยับยั้งผลผลิตของไข่ ผลเหล่านี้ปรากฏ ทั้งในไก่และนกกกระทา และเกิดผลรุนแรงใน เพศเมียมากกว่าเพศผู้ (ประทีป และคณะ 2522 ; Schneider *et al.*, 1962) นอกจากนี้ CPFA ยังทำให้ค่าฮีโมโกลบินและฮีมาโตคริตในไก่ลดลง (ประทีป และคณะ, 2524)

อย่างไรก็ตามปัจจุบันยังขาดการศึกษาด้าน นิเวศวิทยา ถึงผลของ CPFA ในกากเมล็ดถั่ว ที่มีต่ออวัยวะสืบพันธุ์ และตับของไก่ การศึกษา ที่กระทำให้เห็นว่าสารพิษดังกล่าวมีผลต่อ เนื้อเยื่อในอวัยวะอย่างไร ซึ่งอาจเป็นประโยชน์ และเป็นข้อมูลในการศึกษาเรื่องอื่นๆต่อไป สิ่ง ที่น่าสนใจคือผล ของ น้ำมัน ที่ ต่อ มนุษย์ บุรี โภค น้ำมัน พืช ที่มี ส่วน ผสม ของ น้ำมัน เพราะปัจจุบันประชากรไทยบริโภคน้ำมันพืชกัน แพร่หลาย และน้ำมันพืชส่วนมากในท้องตลาด มีส่วนผสมของน้ำมัน นอกจากนั้นในการ เลี้ยงสัตว์ การศึกษาวิธีการจัดสารพิษในกาก เมล็ด ถั่ว เพื่อ จะได้ ไม่มี สารพิษ ตก ค้าง มายัง ผู้ บริโภคสัตว์ที่เลี้ยงด้วยกากเมล็ดถั่ว ผลการ ศึกษาอาจเป็นพื้นฐานในทางการแพทย์ หรือ เกษตรกร ทำการ ศึกษา ต่อ ไป ถึง การใช้ สาร ใน เมล็ด ถั่ว นำมาสกัดใช้ประโยชน์ในการทำยา คู่มือ

การวิจัยครั้งนี้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงทาง ด้านนิเวศวิทยา ของรังไข่ อันชะ และตับของ

ไก่กระທงที่กินอาหารที่มีส่วนผสมของเมล็ดถั่ว และกากเมล็ดถั่วในระดับต่างๆ

อุปกรณ์และวิธีการ

สัตว์ทดลอง ใช้ไก่กระທงพันธุ์ ชัย 707 อายุ 1 วัน เพศละ จำนวน 225 ตัว แบ่ง เป็น 5 พวกๆละ 3 ซ้ำๆละ 15 ตัว ทำการเลี้ยง ไก่บนกรงคับทึบหมาและอาหารให้ตลอดเวลาและ การใช้กากเมล็ดถั่วหรือเมล็ดถั่วแทนที่โปรตีน จากพืชในอาหาร แสดงไว้ในตารางที่ 1 พวก ที่ ได้รับเมล็ดถั่วใน ช่วง 4-8 สัปดาห์ จะใช้ อาหารเช่นเดียวกับพวกเปรียบเทียบ

เมื่อสิ้นสุดการทดลอง 8 สัปดาห์ ทำการ สุ่มตัวอย่างไก่มาจากทุกพวกๆละ 6 ตัว เป็นเพศ ผู้ 3 ตัว เพศเมีย 3 ตัว นำไก่อานาโลหิตมา วิเคราะห์ทางโลหิตวิทยา และตัดรังไข่ อันชะ และตับ เป็นชิ้นเล็กๆประมาณ 0.5 มม. แช่ใน ยานา Bouin's fixative

วิธีการทางนิเวศวิทยา

วิธีที่ 1 นำเนื้อเยื่อที่แช่ยาไว้ ดำเนิน การตามขั้นตอนทางนิเวศวิทยาจนเป็นสไลด์ถาวร สีที่ใช้ย้อมคือ Hamatoxylin และ Eosin เพื่อดูรายละเอียดทางนิเวศวิทยาทั่วๆไปของรังไข่ อันชะ และตับ

วิธีที่ 2 ย้อมสเปซเพื่อดูรายละเอียดเฉพาะ อย่าง เช่น Periodic Acid-Schiff (PAS) และ Massen's Trichrome แล้วศึกษาราย- รายละเอียดเช่นเดียวกับวิธีที่ 1

สถานที่ทำการทดลอง

1. การเลี้ยงไก่กระທง และการผ่าซากไก่ และโลหิตวิทยา กระทำที่ภาควิชาสัตวบาล

2. ทางนิเวศวิทยา กระทำที่ภาควิชา สัตววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และอักษรศาสตร์ และภาควิชากายวิภาคศาสตร์ คณะสัตวแพทย- ศาสตร์

ตารางที่ 1 ผลเฉลี่ยอัตราการเติบโต อัตราการตาย ของไก่กระตัง เมื่อ 4 และ 8 สัปดาห์ และผลเฉลี่ยน้ำหนักตัว รังไข่ อังไข่ และค่าโลหิตวิทยา ของไก่กระตัง เมื่อสิ้นสุดสัปดาห์ที่ 8 โดยไก่ได้รับอาหารผสมกากนุ่นและเมล็ดนุ่น

ชนิดอาหารผสม	4 สัปดาห์		8 สัปดาห์						
	น.น. ตัวเพิ่ม (กรัม)	อัตราการตาย (%)	น.น. ตัวเพิ่ม (กรัม)	อัตราการตาย (%)	น.น. อวัยวะ (% น.น. ตัว)			ค่าโลหิตวิทยา	
					ตับ(%)	รังไข่(%)	อังไข่(%)	ฮีโมโกลบิน (กรัม %)	ฮีมาโตคริต (%)
1. อาหารเปรียบเทียบ I ¹ (ไม่มีกากนุ่นและเมล็ดนุ่น)	451	0.00	1227	2.22	3.24	0.058	0.041	8.06	32.94
2. อาหารผสมกากนุ่น I ¹ (โปรตีนกากนุ่นแทนที่โปรตีนพืช 20% CPFA 0.11%)	375	0.00	1111	2.22	3.78	0.037	0.037	7.71	28.75
3. อาหารผสมเมล็ดนุ่น ¹ (โปรตีนเมล็ดนุ่นแทนที่โปรตีนพืช 10% CPFA 0.32% 0-4 สัปดาห์)	318	4.44	906 ³	22.22 ³	4.00	0.020	0.030	7.29	26.25
4. อาหารเปรียบเทียบ II ² (ไม่มีกากนุ่นและเมล็ดนุ่น)	406	0.00	1166	2.22	3.23	0.020	0.039	7.93	29.75
5. อาหารผสมกากนุ่น II ² (โปรตีนกากนุ่นแทนที่โปรตีนพืช 20% CPFA 0.11%)	342	0.00	920	11.11	4.01	0.021	0.037	7.34	26.78

1. อาหารมีปลาน้ำจืด 4% ช่วง 0-4 สัปดาห์ และ 3% ช่วง 4-8 สัปดาห์
2. ,, 2% ช่วง 0-4 สัปดาห์ และไม่มีปลาน้ำจืดในช่วง 4-8 สัปดาห์
3. เมื่อสิ้นสุดสัปดาห์ที่ 4 ได้เปลี่ยนอาหารมาเป็นอาหารเปรียบเทียบตลอด 4-8 สัปดาห์

ผลการทดลอง

เนื่องจากการศึกษา เน้นหนักทางด้าน
มิชวิทยา แต่จำเป็นต้องนำเอาผลการเจริญ-
เติบโต อัตราการตาย น้ำหนักอวัยวะสืบพันธุ์และ
ตับ ตลอดจนโลหิตวิทยาที่เกี่ยวข้องด้วย ทั้งนี้
เพื่อแสดงให้เห็นว่าผลทางมิชวิทยาจะช่วย
อธิบายถึงผลที่ปรากฏกับสัตว์ได้ประการใดบ้าง

1. ผลจากการเลี้ยงสัตว์ จากตารางที่ 1

ผลปรากฏว่ากากนุ่นและเมล็ดนุ่นที่ใช้ในอาหาร
ทำให้ไก่กระตังเติบโตช้า มีอัตราการตายเพิ่มขึ้น
น้ำหนักตับเพิ่มขึ้น น้ำหนักอวัยวะรังไข่ ปริมาณ
ฮีโมโกลบินและค่าฮีมาโตคริตลดลง ผลเสีย
เกิดในไก่เพศเมียรุนแรงกว่าไก่เพศผู้ และใน
อาหารที่มีโปรตีนจากปลายันต่ำจะรุนแรงกว่า
พวกที่ได้รับปลายันสูงกว่า ในการทดลองผล
จากเมล็ดนุ่นในอาหารมีผลเสียรุนแรงที่สุด แม้
จะให้ในช่วงแรกเกิดถึง 4 สัปดาห์เท่านั้น และ
ช่วง 4-6 สัปดาห์ให้อาหารที่ไม่มีกากและเมล็ด
นุ่น ก็มิได้ช่วยให้ความรุนแรงของสารพิษที่เกิด
ขึ้นในช่วงแรกลดน้อยลง

2. ผลทางมิชวิทยา ความผิดปกติทาง
มิชวิทยาของพวกที่ได้รับกากนุ่นและเมล็ดนุ่น
ปรากฏผลเด่นชัดเมื่อเปรียบเทียบกับพวกที่ไม่ได้
รับกากนุ่นและเมล็ดนุ่น ดังนี้

2.1 การเปลี่ยนแปลงในเนื้อเยื่อตับของไก่
กระตัง ที่กินอาหารผสมด้วยกากเมล็ดนุ่นแทนที่
โปรตีนพืช 20% และเมล็ดนุ่นแทนที่โปรตีนพืช
10% ดังนี้

- Vacuolar degeneration
- Granular degeneration
- Focal necrosis infiltrated by heterophils, eosinophils and mononuclear cells with some proliferation of Kupffer's cells
- Mononuclear infiltration in portal areas
- Diffuse fibrosis with the presence of regenerating liver cells

2.2 การเปลี่ยนแปลงของเนื้อเยื่อ ใน
อวัยวะของไก่กระตัง มีดังนี้

2.2.1 พวกที่กินอาหารผสมกากเมล็ด
นุ่นแทนที่โปรตีน 20% จะพบ

- Slight proliferation of inter-seminiferous tubule connective tissue

2.2.2 พวกที่กินอาหารผสมเมล็ดนุ่น
แทนโปรตีนพืช 10% จะพบ

- Prominent proliferation of inter-seminiferous tubule connective tissue with mononuclear infiltration

2.3 การเปลี่ยนแปลงของเนื้อเยื่อรังไข่ของ
ไก่กระตัง ที่กินอาหารผสมกากเมล็ดนุ่นแทนที่
โปรตีนพืช 20% และเมล็ดนุ่นแทนที่โปรตีนพืช
10% จะพบ

- Increase of stromal connective tissue and decrease of developing follicles

วิจารณ์

การผิดปกติของตับ

ไก่กระตังที่ให้อาหารผสมกากเมล็ดนุ่นแทน
ที่โปรตีนพืช 20% และเมล็ดนุ่นแทนที่โปรตีน
พืช 10% เมื่อตรวจดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ พบ
ความผิดปกติในระดับเนื้อเยื่อมีการ degenera-
tion เกิด Focal necrosis และในที่สุดจะมีการ
สร้าง fibrous tissue มาแทนที่เซลล์ที่ตาย
(fibrosis) ซึ่งถ้ามี fibrous tissue มากๆจะ
ทำให้ตับมีขนาดโตขึ้น และตับจะแข็ง ผล
สอดคล้องกับการทดลองของ Miller *et al.*
(1969) และ Nixon *et al* (1974) ให้หนูกิน
Sterculia foetida oil ระดับต่างๆพบว่าในตับ
มี hydropic change, degenerative change
และ necrosis

การที่ตับเกิดความผิดปกติ มีหลักฐาน
ก่อนๆแสดงว่ามีสาเหตุหนึ่งมาจากเรื่อง fat
metabolism เพราะ cyclopropanoid fatty
acid (CPFA) จะยับยั้งเอนไซม์ desaturase

ทำให้ stearic acid ไม่สามารถเปลี่ยนมาเป็น oleic acid ได้ ในตัวจึงมีความเข้มข้นของ stearic acid ซึ่งเป็นกรดไขมันอิ่มตัวมากขึ้น และมี oleic acid ซึ่งเป็นกรดไขมันไม่อิ่มตัวน้อยลง (Evans *et al.* 1962; Johnson *et al.* 1969, Miller *et al.* 1969, Fogerty *et al.* 1972) ด้วยเหตุดังกล่าวทำให้ fat metabolism ในตัวผิดปกติ เซลล์จึงได้รับความเสียหาย

อีกกรณีหนึ่งคือ CPFA ทำให้ระบบของเยื่อผนังของเซลล์ต่างๆเสียหาย โดย CPFA เข้าไปรวมกับ phospholipid ของเยื่อผนังเซลล์ ทำให้ permeability เปลี่ยนแปลงทำหน้าที่ไม่สมบูรณ์ดี ผลต่อเนื่องไปถึงขบวนการต่างๆในร่างกายสัตว์เกิดผลเสียขึ้น (Millet *et al.* 1969; Nixon 1974) CPFA อาจทำให้เยื่อผนังเซลล์ของเม็ดเลือดแดงเปราะจึงแตกง่าย (ประทีป และคณะ 2524) เม็ดเลือดแดงที่แตกจะถูกกำจัดทิ้งโดย Kupffer's cell ในตัวจะทำหน้าที่ Phagocyte เม็ดเลือดแดงที่แตก ดังนั้นจึงพบ Kupffer's cell เพิ่มปริมาณมากขึ้น จากการทดลองกรณี

การผิดปกติของรังไข่และอวัยวะ

จากผลที่ได้รับปรากฏว่า รังไข่พวกที่ได้รับกากนุ่นและเมล็ดนุ่นนั้น รังไข่ไม่สามารถเจริญได้ตามปกติจึงมีขนาดเล็กถึง follicle ไม่สามารถ develop ลักษณะดังกล่าวสอดคล้องกับรายงานของประทีปและคณะ (2522, 2524) Schneider *et al.* 1962; Sheehan *et al.* 1966) ในหนูทดลองก็ปรากฏลักษณะดังกล่าว (Miller, 1967) ผลทางมิถุนวิทยาของรังไข่ในการทดลองกรณีพบว่ามีการเพิ่ม Stromal connective tissue แต่ developing follicle กลับลดลง

เหตุผลที่อธิบายความผิดปกติของรังไข่นั้น Panos *et al.* (1963) พบว่าให้อาหารหนูที่มี essential fatty acid ไม่เพียงพอ (คือมีกรดไขมันอิ่มตัวมาก) จะทำให้ฮอร์โมน estrogen ลดลง เมื่อฮอร์โมนเพศลดลง จึงทำให้การเจริญของอวัยวะสืบพันธุ์ช้า ขนาดของรังไข่ลดลง และการ develop ของ follicle ช้า

ลงด้วย มีการทดลองที่เสริมหลักฐานนี้คือ Schneider (1962) พบว่าเมื่อเสริม oleic acid ซึ่งเป็นกรดไขมันไม่อิ่มตัวในอาหารไก่ ที่ได้รับ *Sterculia foetida* oil สามารถระงับการสมบูรณ์พันธุ์เพศผู้ได้ เพราะ CPFA ใน *S. foetida* oil ทำให้เพิ่ม stearic acid ลด oleic acid ดังนั้นเมื่อเพิ่ม oleic acid ในอาหารไก่ที่ได้รับ *S. foetida* oil ก็อาจระงับการสมบูรณ์พันธุ์เพศผู้ได้

ความเป็นพิษเพิ่มความรุนแรงขึ้นเมื่ออาหารมีปลาปนต่ำ อาจอธิบายได้ว่า

– ในการ developing follicle นั้น Davidson (1965) กล่าวว่า estrogen เป็นตัวกระตุ้นให้ตัวสร้างโปรตีน phosphitin ซึ่งเป็นโปรตีนในไข่แดง phosphitin มี serine เกือบครึ่งหนึ่ง ดังนั้นเมื่อ estrogen เกิดขึ้นน้อย จึงมีการสร้าง phosphitin น้อย เป็นเหตุให้ follicle ไม่สามารถ develop ได้เต็มที่

– serine ซึ่งเป็นกรดอะมิโนในร่างกายสร้างได้นั้น ถูกนำไปสร้าง glycine เพื่อการเติบโตของไข่เสียก่อน จึงทำให้มี serine เหลืออยู่น้อย จึงมี serine ไม่เพียงพอในการสร้าง phosphitin

การที่อวัยวะมีการเพิ่ม interseminiferous tubule connective tissue นั้นจะเห็นในลักษณะ slight proliferation ในพวกที่ได้รับกากนุ่น แต่ในพวกที่ได้รับเมล็ดนุ่นจะปรากฏในลักษณะ prominent proliferation with mononuclear infiltration ซึ่งมีลักษณะที่ร้ายแรงกว่าพวกที่ได้รับกากนุ่น แต่ผลเสียดังกล่าวเกิดขึ้นกับอวัยวะน้อยกว่ารังไข่ สาเหตุดังกล่าวอาจเนื่องมาจาก CPFA ไปยับยั้งการสร้าง LH และ FSH การเจริญเติบโตของอวัยวะนั้นเกิดจาก synergistic effect ของ LH และ FSH LH ปริมาณน้อยนั้นเมื่ออยู่ร่วมกับ FSH แล้วสามารถทำให้อวัยวะเติบโตได้ Rascop *et al.* (1966) พบว่าในหนูตัวผู้ที่ได้รับ CPFA นั้น การผลิต sperm และเก็บสะสมได้เป็นปกติแต่ในการศึกษามิถุนวิทยาของอวัยวะครั้งนี้ยังไม่เห็นการสร้าง sperm

เพราะไก่กระต่ายยังน้อย ยังไม่เจริญพันธุ์เต็มที่ จึงไม่สามารถอธิบายถึงความผิดปกติได้ชัดเจนนอกจากจะกล่าวว่า CPFA ไปยับยั้งการสร้างฮอร์โมนบางชนิดในเพศผู้

จากการทดลองครั้ง^{๕๕} จะทราบถึงอันตรายของ CPFA ซึ่งเกิดกับสัตว์กินอาหารมีส่วนผสมของกากมันและเมล็ดมัน จึงน่าสนใจที่จะศึกษาต่อไปว่า CPFA จะมีการสะสมในเนื้อสัตว์ ไขมันสัตว์ และอวัยวะภายในต่างๆหรือไม่มากนักน้อยเพียงใด และสามารถถ่ายทอดมาถึงมนุษย์ที่บริโภคเนื้อสัตว์ และเครื่องในสัตว์หรือไม่ นอกจากนั้นการที่มนุษย์บริโภคน้ำมันพืชที่มีส่วนผสมของน้ำมันนั้น อาจมีผลกระทบกระเทือนต่อระบบสืบพันธุ์ และเซลล์ได้รับ ความเสียหาย อาจเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดตับแข็งได้ ถ้ากรรมวิธีในการผลิตน้ำมันพืชมิได้สกัดเอา CPFA ออกให้หมด

คำนิยาม

ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์เจริญ ทองมา ที่ได้กรุณาสละเวลาช่วยเหลือ ในการอ่านผลจากสไลด์ ถ่ายภาพสไลด์ และให้คำแนะนำต่างๆ และขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์สมชัย พงศ์จรรยากุล ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำทางด้านนิญวิทยา

เอกสารอ้างอิง

- ประทีป ราชแพทยาคมและสุภาพร อิศริโยดม. 2522. ผลของน้ำมันจากเมล็ดมัน เมล็ดปาล์ม เมล็ดยาง และรำข้าว ในอาหารไก่และนกกกระทา. รายงานการประชุมวิชาการทางโภชนศาสตร์ ครั้งที่ 3 ณ โรงพยาบาลรามาริบัติ มหาวิทยาลัยมหิดล.
- ประทีป ราชแพทยาคมและสุภาพร อิศริโยดม. 2524. อิทธิพลของ cyclopropenoid fatty acid จากกากและน้ำมันเมล็ดมันในอาหารต่อการเติบโต อัตราการตาย การสะสมไขมัน

และสมรรถภาพในการสืบพันธุ์ของสัตว์ปีก. รายงานการประชุมวิชาการเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 19 สาขาสัตวแพทย์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ประเทืองศรี สิ้นชัยศรี, วีระศักดิ์ อนันบุตร และชวรัตน์ ทับทิมไทย. 2524. การศึกษาการทำลาย cyclopropenoid ในแต่ละขั้นตอนของการสกัดใส่น้ำมันเมล็ดมันเพื่อการบริโภค. รายงานการประชุมวิชาการเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 19 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

พิพัฒน์ พันพาไพร. 2523. สารพิษที่มีอยู่ในน้ำมันเมล็ดฝ้ายและเมล็ดมัน. วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ทางอาหาร 1 (1): 29-32

สุภูมิ อุตะเดช. 2512. การศึกษาเบื้องต้นในการใช้กากเมล็ดมัน และกากเมล็ดปอแก้วเป็นอาหารหมูขาว. รายงานการประชุมวิชาการเกษตรศาสตร์ และชีววิทยา ครั้งที่ 8 สาขาสัตว มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สุภูมิ อุตะเดช และจำเนียร สัตยาพันธ์. 2513. กากเมล็ดมันในอาหารลูกไก่เล็ก. รายงานการประชุมวิชาการเกษตรศาสตร์ และชีววิทยา ครั้งที่ 9 สาขาสัตว มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

Davidson, E.H. 1965. Hormones and genes. Sci. Amer. 212 : 36-45.

Evan, R.J., S.L. Bandemer, M. Anderson and J.A. Davidson. 1962. Fatty acids distribution in tissue from hens fed cottonseed oil or *Sterculia foetida* seeds. J. Nutr. 76 : 314-319.

Fogerty, A.C., A.R. Johnson and J.A. Pearson. 1972. Ring position in cyclopropenoid fatty acids and stearic acid desaturation in hen livers. Lipids 7 : 335-338.

Johnson, A.R., J.A. Pearson, F.S. Shennstone and A.C. Fogerty. 1967. Inhibition of desaturation of stearic to oleic acid by cyclopropene fatty acids. Nature 214 . 1244-1245.

- Johnson, A.R., A.C. Fogerty, J.A. Pearson, F.S. Shenstone and A.M. Bersten. 1969. Fatty acid desaturase system of hen liver and their inhibition by cyclopropene fatty acids. *Lipids* 4 : 265-269.
- Miller, A.M., A.M. Rascop, E.T. sheehan, A.R. Kemmerer and M.G. Vavich. 1967. Histological changes in tissues of fetuses from cyclopropenoid fatty acid-fed rats. *Fed. Proc. Fed. Amer. Soc. Exp. Biol.* 26 : 800.
- Miller A.M., E.T. Sheehan and M.G. Vavich. 1969. Prenatal and postnatal mortality of offspring of cyclopropenoid fatty acid fed rats. *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.* 131 : 61-66.
- Nixon, J.E., T.A. Eisele, J.H. Wales and R.O. Sinnhuber. 1974. Effect of subacute toxic levels of dietary cyclopropenoid fatty acids upon membrane function and fatty acid composition in the rats. *Lipids* 9 : 314-321.
- Panos, T.C. 1963. Effect of fat deficiency on the Endocrine system in rats. *J. Pediat.* 63 : 1167-1178.
- Rascop, A.H., E.T. Sheehan and M.G. Vavich. 1966. Histomorphological changes in reproductive organs of rats fed cyclopropenoid fatty acids. *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.* 122 : 142-145.
- Schneider, D.L. 1962. Effect of oleic acid on the delay of sexual maturity in chickens caused by *Sterculia foetida* oil. *Poult. Sci.* 41 : 1005-1007.
- Schneider, D.L., A.A. Kurnick and M.G. Vavich. 1962. Delay of sexual maturity in chickens by *Sterculia foetida* oil. *J. Nutr.* 77 : 403-407.
- Sheehan, E.T., M.G. Vavich, A.M. Rascop and A.R. Kemmerer. 1966. Maturity and reproduction studies on cockerels fed cyclopropenoid fatty acids. *Fed. Proc. Fed. Amer. Soc. Exp. Biol.* 25 : 302.