

ผลของการเสริมกลีเซอรินในอาหารต่อโลหิตวิทยาและการให้ผลผลิตน้ำนมในโคนม

อภิชาติ กมลจิตร

ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

บทคัดย่อ

สัมมนาฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการเสริมกลีเซอรินในอาหารต่อค่าโลหิตวิทยาและการให้ผลผลิตน้ำนมในโคนมช่วงหลังคลอดโดยการรวบรวมและศึกษาข้อมูลจากเอกสารวิชาการจำนวน 3 ฉบับ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2552 ถึง พ.ศ. 2558 มีการเสริมกลีเซอรินในอาหาร ตั้งแต่ระดับ 40 กรัม/ตัว/วัน จนถึงระดับ 300 กรัม/ตัว/วัน พบว่าการเสริมกลีเซอรินในอาหารมีผลทำให้องค์ประกอบของเลือด ได้แก่ กลูโคสเพิ่มขึ้น ทำให้คุณภาพโลหิตวิทยาของโคนมดีขึ้น กรดไขมันอิสระและยูเรียของโคนมมีค่าลดลง แสดงให้เห็นว่าคุณภาพโลหิตวิทยาของโคนมดีขึ้น การเสริมกลีเซอรินในอาหารมีผลทำให้ปริมาณน้ำนมแห้งเพิ่มขึ้นและองค์ประกอบทางน้ำนมของโคนมซึ่งประกอบด้วย โปรตีนมีค่าเพิ่มขึ้นทำให้คุณภาพน้ำนมของโคนมดีขึ้น ส่วนไขมันลดลงและแลคโตสมีแนวโน้มลดลงดังนั้นจึงสามารถสรุปได้ว่าการเสริมกลีเซอรินในอาหาร มีผลทำให้องค์ประกอบโลหิตวิทยาของโคนม ไม่มีผลต่อปริมาณผลผลิตน้ำนมโดยองค์ประกอบทางน้ำนมของโคนมมีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย

คำสำคัญ : กลีเซอริน โลหิตวิทยา ผลผลิตน้ำนม โคนม

บทนำ

ปัจจุบันประเทศไทยมีการเลี้ยงโคนมกันอย่างแพร่หลายนับตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน โดยสายพันธุ์ที่นิยมเลี้ยงเป็นส่วนมากคือ พันธุ์โฮลสไตน์ฟรีเซียน พันธุ์เจอร์ซี่ และ พันธุ์เรดเดน เป็นต้น การเลี้ยงโคนมในประเทศไทยมีการรวมตัวกันเป็นกลุ่มหรือสหกรณ์ ทำให้ฟาร์มโคนมในประเทศไทยมีแนวโน้มลดลงขณะที่ขนาดฟาร์มเพิ่มขึ้น ทั้งนี้เกษตรกรผู้เลี้ยงโคนมมักประสบปัญหาต่างๆ เช่น การจัดการฟาร์ม โรค ต้นทุนการผลิต เป็นต้น ซึ่งปัญหาที่เกษตรกรพบบ่อยคือ แม่โคช่วงแรกคลอดจะให้ผลผลิตน้ำนมปริมาณมาก และทำให้แม่โคสูญเสียพลังงาน จึงจำเป็นต้องได้รับสารอาหารให้เหมาะสมกับความต้องการของร่างกายแม่โค เพื่อลดปัญหาโรคใช้น้ำนมโดยสามารถให้สารอาหารเหล่านั้นได้หลายวิธี เช่น โดยการฉีดเข้าร่างกายโดยตรง การเสริมที่อาหาร การเสริมกลีเซอรินในอาหารจึงเป็นอีกหนึ่งวิธีที่มาช่วยลดปัญหาโรคใช้น้ำนม กลีเซอรินที่เกิดจากผลพลอยได้จากการผลิตน้ำมันไบโอดีเซล สามารถนำมาใช้ทดแทนวัตถุดิบอาหารสัตว์ได้และมีราคาถูกกว่าแหล่งวัตถุดิบให้พลังงานชนิดอื่นๆ ดังนั้นสัมมนาฉบับนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการเสริมกลีเซอรินในอาหารต่อโลหิตวิทยาและการให้ผลผลิตน้ำนมในโคนม

ปัญหาที่มักพบในการเลี้ยงโคนมหลายอย่าง เช่น ให้ผลผลิตน้ำนมต่ำ ผสมไม่ติด และในช่วงก่อนคลอดไปจนถึงช่วงต้นของการให้ผลผลิตน้ำนมในแม่โคจะประสบปัญหาเกี่ยวกับการกินอาหารที่ไม่เพียงพอต่อความต้องการของร่างกายเนื่องจากแม่โคในช่วงก่อนคลอดจะมีการกินอาหารที่น้อยลง อีกทั้งลูกโคในท้องที่กำลังเจริญเติบโตมีการดึงกลูโคสในร่างกายของแม่โคมากเกินไป หรือช่วงหลังคลอดแม่โคจะใช้กลูโคสในการสร้างน้ำนม และผลจากการที่แม่โคกินได้น้อยลงจะทำให้โคเสียสมดุลพลังงานเป็นลบ (negative energy balance) และน้ำหนักตัวของแม่โคลดลงอย่างรวดเร็ว ภายใต้อาการของการขาดแคลนอาหาร แม่โคจะนำพลังงานที่ร่างกายสะสมออกมาใช้เป็นแหล่งพลังงานชดเชยกับพลังงานส่วนที่ขาดหายไป พลังงานที่โคสะสมส่วนใหญ่อยู่ในรูปไขมัน ซึ่งในการนำไขมันที่สะสมออกมาใช้ประโยชน์ในระยะนี้ร่างกายแม่โคจะมีการเปลี่ยนแปลงกระบวนการทางชีวเคมีหลายประการ เช่น การเพิ่มขึ้นของระดับความเข้มข้น ของกรดไขมันอิสระ (free fatty acid) และสารประกอบคีโตน (ketone) ภายในกระแสเลือด ซึ่งปัญหาเหล่านี้สามารถป้องกันและแก้ไขได้ด้วยการให้อาหารที่มีแหล่งพลังงานที่เพียงพอต่อความต้องการของแม่โค โดยใช้กลีเซอรินเสริมในอาหารเพื่อเป็นแหล่งพลังงาน

กลีเซอริน (Glycerin) เป็นผลพลอยได้จากการผลิตน้ำมันไบโอดีเซล ในประเทศไทย ปริมาณการบริโภคกลีเซอรินในประเทศอยู่ที่ประมาณ 71,000 – 88,000 ตันต่อปี และส่งออกปริมาณส่วนที่เหลือของการผลิตไบโอดีเซล ซึ่งส่วนใหญ่เป็นกลีเซอรินดิบ อย่างไรก็ตามประเทศไทยนำเข้ากลีเซอรินบริสุทธิ์ที่ใช้บริโภคในประเทศเป็นส่วนใหญ่ โดยมีปริมาณที่ 40,000 – 60,000 ตัน โดยมีคุณลักษณะเป็นของเหลวข้นสามารถละลายได้ในน้ำ ไม่มีสี และมีความหวานประมาณ 60% ของน้ำตาล มีกลิ่นของเมทานอลหรือแอลกอฮอล์ที่เจือปนอยู่เมื่อนำกลีเซอรินบริสุทธิ์มาหาค่าพลังงานรวม (gross energy) พบว่ามีค่าเท่ากับ 4,100 กิโลแคลอรี/กิโลกรัม (Brambilla and Hill, 1966) เมื่อนำกลีเซอรินดิบมาวิเคราะห์หาส่วนประกอบที่เป็นแร่ธาตุและกรด

ไขมัน พบว่า กลีเซอรินคิมีส่วนประกอบที่เป็นไขมัน (lipid) อยู่ประมาณ 25-35 เปอร์เซ็นต์ กรดไขมันที่พบ คือ ปาล์มมิดิกสเทียริก โอเลอิก และลิโนเลอิก มีแร่ธาตุปด็กย่อยที่พบ คือ แคลเซียม โพแทสเซียม แมกนีเซียม โซเดียม ฟอสฟอรัส และกำมะถัน พบอยู่ในปริมาณ 4-163 ppm(Thompson and He, 2006) ซึ่งสามารถนำมาเสริมในอาหารเพื่อเพิ่มคุณภาพให้แก่อาหารเลี้ยงสัตว์ได้

ผลของการเสริมกลีเซอรินในอาหารต่อโลหิตวิทยาของโคนม

ผลการศึกษาโลหิตวิทยาในโคนมเมื่อเสริมกลีเซอรินในอาหารพบว่าระดับกลูโคสเพิ่มขึ้นแบบเส้นโค้ง ระดับคอเลสเตอรอลลดลงแบบเส้นตรง แต่ไม่มีผลต่อระดับยูเรีย และไตรกลีเซอไรด์ (Ezequiel et al. 2015) ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลของการเสริมกลีเซอรินในอาหารต่อโลหิตวิทยาของโคนม สายพันธุ์ Holstein Cows ช่วงอายุการให้นมระหว่าง 114 ± 29 วัน น้ำหนักตัว 587 ± 93 กิโลกรัมผสมในสูตรอาหาร TMR

Parameter	Treatment			SE	Contrast, p-value	
	G0	G15	G30		Linear	Quadratic
Glucose (mg/dl)	63.87	74.87	66.33	4.11	0.59	0.04
Blood Urea (mg/dl)	26.51	25.40	24.55	3.17	0.55	0.96
Triglycerides (mg/dl)	15.08	10.94	10.10	1.93	0.12	0.30
Cholesterol (mg/dl)	93.90	68.27	59.50	6.21	0.002	0.28

G0 = ควบคุม G15 = กลีเซอริน 15% G30 = กลีเซอริน30%

ที่มา : Ezequiel et al. (2015)

จะเห็นได้ว่า การเสริมกลีเซอรินที่ระดับ 150 ถึง 300 กรัม/ตัว/วัน มีผลทำให้ระดับกลูโคสเพิ่มขึ้น ซึ่งทำให้คุณภาพโลหิตวิทยาของโคนมดีขึ้น และระดับคอเลสเตอรอลลดลง ส่งผลให้คุณภาพโลหิตวิทยาของโคนมดีขึ้นตามไปด้วยมีแนวโน้มลดลงแบบเส้นตรงแต่ไม่มีผลต่อยูเรียในเลือดและไตรกลีเซอไรด์ ทั้งนี้ อาจเป็นเพราะ โคนมที่นำมาทดลองอยู่ในช่วงแรกของการให้ผลผลิตน้ำนม ซึ่งเป็นช่วงที่ร่างกายสร้างกลูโคสในปริมาณมาก ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของWang et al.(2009) ได้ทำการศึกษาผลของการใช้กลีเซอรินในอาหารต่อโลหิตวิทยาของโคนม พบว่าการเสริมกลีเซอรินที่ระดับ 100 กรัม/ตัว/วัน ถึง 300 กรัม/ตัว/วัน ส่งผลต่อคุณภาพโลหิตวิทยาของโคนมดีขึ้น โดยมีระดับกลูโคสเพิ่มขึ้นแบบเป็นเส้นตรง ระดับยูรีนคิตอนลดลง ระดับกรดไขมันอิสระลดลงแบบเป็นเส้นตรง ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลของการเสริมกลีเซอรินในอาหารต่อโลหิตวิทยาของโคนม สายพันธุ์ Holstein Cows ช่วงอายุการให้นมระหว่าง 4 – 63 วัน น้ำหนักตัว 620 ± 17.2 กิโลกรัม ผสมในสูตรอาหาร TMR

Parameter	Treatment				SE	Contrast, p-value	
	Control	LG	MG	HG		Linear	Quadratic
Glucose (mg/dl)	54.1	56.4	58.4	59.4	2.07	0.01	0.39
Urine ketones (mg/dl)	17	14	12	10	1.6	0.01	0.01
NEFA(μ mol/L)	375.7	367.4	361.1	365.5	20.67	0.01	0.24

Control = ควบคุม LG = กลีเซอริน 100 กรัม MG = กลีเซอริน 200 กรัม HG = กลีเซอริน 300 กรัม

ที่มา :Wang et al.(2009)

จะเห็นได้ว่า การเสริมกลีเซอรินในอาหารที่ระดับ 100 ถึง 300 กรัม/ตัว/วัน ส่งผลต่อคุณภาพของโลหิตวิทยาของโคนมดีขึ้น โดยค่ายูรีนิกิโตนและกรดไขมันอิสระลดลง โดยที่ระดับกลูโคสเพิ่มขึ้น ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากโคนมที่นำมาทดลองอยู่ในช่วงแรกของการให้ผลผลิตน้ำนม ซึ่งเป็นช่วงที่ร่างกายของแม่โคผลิตกลูโคสเป็นจำนวนมาก หรือสภาพภูมิอากาศ ฤดูกาลก็อาจมีผลต่อความต้องการพลังงานของร่างกายสำหรับโคนมได้ ซึ่งขัดแย้งกับงานวิจัยของ Wilbert et al.(2013) ได้ทำการศึกษาโลหิตวิทยาในโคนมเมื่อเสริมกลีเซอรินในอาหาร พบว่ากลูโคสลดลงจากกลุ่มควบคุมตามระดับกลีเซอรินที่เสริมในอาหารเพิ่มขึ้น มีความแตกต่างกันในทางสถิติ ($P < 0.05$) ในส่วนของยูเรียในเลือด และกรดไขมันอิสระไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ ($P < 0.05$) ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลของการเสริมกลีเซอรินในอาหารต่อโลหิตวิทยาของโคนม สายพันธุ์ Jersey Cows ช่วงอายุการให้นมระหว่าง 85 ± 20 วัน น้ำหนักตัว 421 ± 39 กิโลกรัม ผสมในสูตรอาหาร TMR

Parameter	G0	G4	G8	G12	SEM	P-value
Glucose (mg/dl)	70.8	66.9	69.3	70.2	0.674	0.04
Blood Urea (mg/dl)	51.2	47.6	44.3	48.4	1.199	0.23
NEFA(mmol/L)	0.21	0.17	0.18	0.19	0.009	0.38

G0 = ควบคุม G4 = กลีเซอริน 40 กรัม G8 = กลีเซอริน 80 กรัม G12 = กลีเซอริน 120 กรัม

ที่มา :Wilbert et al.(2013)

จะเห็นได้ว่า การเสริมกลีเซอรินที่ระดับ 40 ถึง 120 กรัม/ตัว/วัน มีผลทำระดับกลูโคสในโลหิตวิทยาของโคนมลดลง แต่ไม่มีผลต่อ ระดับยูเรียในเลือด และระดับกรดไขมันอิสระ ซึ่งขัดแย้งกับงานของ Ezequiel et al. (2015) และ Wang et al. (2009) ทั้งนี้อาจเป็นเพราะสายพันธุ์ของโคนมที่ให้ผลผลิตน้ำนมสูงจึงต้องการพลังงานมาก การเสริมกลีเซอรินในปริมาณที่ต่ำทำให้โคนมได้รับพลังงานที่ต่ำ ซึ่งไม่เพียงพอต่อความต้องการของโคนม

อย่างไรก็ตาม งานวิจัยของ Ezequiel et al. (2015) และ Wang et al. (2009) ให้ผลดีเมื่อมีการเสริมกลีเซอรินในอาหารต่อค่าโลหิตวิทยาของโคนม ซึ่งต่างจากงานวิจัยของ Wilbert et al. (2013) ทั้งนี้อาจเป็นเพราะในการทดลองมีสายพันธุ์ ระดับการเสริมกลีเซอริน ช่วงอายุ และน้ำหนักตัวของโคนมที่ต่างกัน นอกจากนี้อาจมีผลมาจากสภาพแวดล้อมของการทดลองที่ต่างกันด้วย

ผลของการเสริมกลีเซอรินในอาหารต่อผลผลิตน้ำนมและองค์ประกอบน้ำนมในโคนม

ผลการศึกษากลีเซอรินในอาหารต่อผลผลิตน้ำนมและองค์ประกอบทางน้ำนมในโคนม มีผลทำให้ไขมันลดลงเป็นแบบเส้นโค้ง แต่ไม่มีผลต่อผลผลิตน้ำนมโปรตีน แลคโตสของแข็งในน้ำนม และของแข็งไม่มีไขมันในน้ำนม Ezequiel et al. (2015) ดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ผลของการเสริมกลีเซอรินในอาหารต่อผลผลิตน้ำนมและองค์ประกอบน้ำนมในโคนมสายพันธุ์ Holstein Cows ช่วงอายุการให้นมระหว่าง 114 ± 29 วัน น้ำหนักตัว 587 ± 93 กิโลกรัมผสมในสูตรอาหาร TMR

Parameter	Treatment			SE	Contrast, p-value	
	G0	G15	G30		Linear	Quadratic
Milk yield(kg/d)	17.9	16.9	16.0	15.59	0.13	0.98
Fat %	3.17	2.71	3.01	0.47	0.25	0.01
Protein %	3.03	3.03	3.24	0.15	0.26	0.54
Lactose %)	4.66	4.66	4.41	0.10	0.07	0.21
Solids %	11.68	11.31	11.59	0.44	0.72	0.14
Nonfat Solids %	8.70	8.62	8.41	0.18	0.19	0.34

G0 = ควบคุม G15 = กลีเซอริน 15% G30 = กลีเซอริน 30%

ที่มา : Ezequiel et al. (2015)

จะเห็นได้ว่า การเสริมกลีเซอรินในอาหารโคนม ที่ระดับ 150 ถึง 300 กรัม/ตัว/วัน มีผลทำให้ไขมันในน้ำนมลดลง แต่ไม่มีผลต่อปริมาณการให้ผลผลิตน้ำนม โปรตีน แลคโตส ของแข็งในน้ำนม และของแข็งไม่มีไขมันในน้ำนม ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากโคนมที่นำมาทดลองอยู่ในช่วงแรกของการให้น้ำนม ซึ่งเป็นช่วงที่ต้องการพลังงานในปริมาณมากซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Wilbert et al.(2013) ได้ศึกษาผลของการใช้กลีเซอรินในอาหารต่อผลผลิตน้ำนมและองค์ประกอบน้ำนมในโคนม พบว่าการเสริมกลีเซอรินในอาหารมีผลทำให้ระดับโปรตีนเพิ่มขึ้นแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) แต่ไม่มีผลต่อผลผลิตน้ำนม ไขมันในน้ำนม แลคโตส ของแข็งในน้ำนม และของแข็งไม่มีไขมันในน้ำนม พบว่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ผลของการเสริมกลีเซอรินในอาหารต่อผลผลิตน้ำนมและองค์ประกอบน้ำนมในโคนมสายพันธุ์ Jersey Cows ช่วงอายุการให้นมระหว่าง 85 ± 20 วัน น้ำหนักตัว 421 ± 39 กิโลกรัมผสมในสูตรอาหาร TMR

Parameter	G0	G4	G8	G12	SEM	P-value
Milk yield(kg/d)	19.9	19.8	20.9	19.6	0.518	0.16
Fat %	3.77	3.67	3.55	3.40	1.062	0.28
Protein %	3.61 ^b	3.62 ^{ab}	3.69 ^{ab}	3.72 ^a	0.330	0.01
Lactose %	4.50	4.54	4.49	4.48	0.425	0.53
Solids %	12.9	12.8	12.8	12.6	1.386	0.42

หมายเหตุ: a, b ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแถวเดียวกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ $P<0.05$ G0 = ควบคุม G4 = กลีเซอริน 40 กรัม G8 = กลีเซอริน 80 กรัม G12 = กลีเซอริน 120 กรัม

ที่มา :Wilbert et al.(2013)

จะเห็นได้ว่า การเสริมกลีเซอรินในอาหารโคนมที่ระดับ 40 ถึง 120 กรัม/ตัว/วัน มีผลทำให้ระดับโปรตีนในน้ำนมเพิ่มขึ้น ซึ่งเป็นผลดีต่อคุณภาพน้ำนม แต่ไม่มีผลต่อผลผลิตน้ำนม ไขมันในน้ำนม แลคโตส และของแข็งในน้ำนม ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากสายพันธุ์ของโคนมที่นำมาทดลองให้ปริมาณผลผลิตน้ำนมและคุณภาพองค์ประกอบทางน้ำนมที่สูง ซึ่งสอดคล้องกับงานของ Wang al.(2009) ได้ทำการศึกษาผลของการเสริมกลีเซอรินในอาหารต่อผลผลิตน้ำนมและองค์ประกอบน้ำนมของโคนม พบว่า การเสริมกลีเซอรินในอาหารไม่มีผลต่อปริมาณน้ำนมและองค์ประกอบทางน้ำนมของโคนม ดังในตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ผลของการเสริมกลีเซอรินในอาหารต่อผลผลิตน้ำนมและองค์ประกอบน้ำนมในโคนมสายพันธุ์ Holstein Cows ช่วงอายุการให้นมระหว่าง 4 – 63 วัน น้ำหนักตัว 620 ± 17.2 กิโลกรัมผสมในสูตรอาหาร TMR

Parameter	Treatment				SE	Contrast, p-value	
	Control	LG	MG	HG		Linear	Quadratic
Milk yield(kg/d)	28.3	28.5	29.5	29.2	1.46	0.14	0.56
Fat %	34.1	33.5	32.8	32.4	1.33	0.14	0.49
Protein %	32.1	32.0	31.9	31.7	0.64	0.09	0.92
Lactose %	46.5	46.7	46.8	46.8	0.63	0.14	0.23

Control = คาวบคุม LG = กลีเซอริน 100 กรัม MG = กลีเซอริน 200 กรัม HG = กลีเซอริน 300 กรัม

ที่มา :Wang al.(2009)

จะเห็นได้ว่า การเสริมกลีเซอรินในอาหารในระดับ 100 ถึง 300 กรัม/ตัว/วัน ไม่มีผลต่อผลผลิตน้ำนมและองค์ประกอบน้ำนมในโคนม เนื่องจากแม่โคมีสุขภาพดีอยู่แล้ว และไม่ได้มีปัญหาเกี่ยวกับสุขภาพเมื่อเสริมกลีเซอรินไปแล้วจึงทำให้ไม่ส่งผลกระทบต่อปริมาณการให้ผลผลิตน้ำนมและองค์ประกอบน้ำนม

สรุป

จากการศึกษา สรุปได้ว่า การเสริมกลีเซอรินในอาหาร มีผลทำให้องค์ประกอบโลหิตวิทยาของโคนมดีขึ้น แต่ไม่มีผลต่อปริมาณผลผลิตน้ำนม โดยองค์ประกอบทางน้ำนมของโคนมมีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย อย่างไรก็ตามควรพิจารณาถึงสายพันธุ์ ช่วงอายุ ปริมาณการให้ผลผลิตของน้ำนม สภาพอากาศ ฤดูกาล และน้ำหนักตัวของโคนมร่วมด้วย

เอกสารอ้างอิง

- Ezequiel, J.M.B. and et al. 2015. "Effects of high concentrations of dietary crude glycerin on dairy cow productivity and milk quality". **American Dairy Science Association**. 98, 8009-8017.
- Wilbert, C.A. and et al. 2013. "Crude glycerin as an alternative energy feedstuff for dairy cows". **Animal Feed Science and Technology**. 183, 116-123.
- Wang, C. and et al. 2009 "Effects of glycerol on lactation performance, energy balance and metabolites in early lactation Holstein dairy cows". **Animal Feed Science and Technology**. 151, 12-20.
- Thompson, J. C. and B. B. He. 2006. "Characterization of crude glycerin from biodiesel production from multiple feedstocks". **Applied Eng. Agr.** 22: 261-265.
- Brambilla, S. and Hill, F. W. 1966. "Comparison of neutral fat and free fatty acids in high lipid low carbohydrate diets for the growing chicken". **J. Nutr.** 88: 84-92.