

中鎖脂肪酸トリグリセリド及びリボフラビン給与が 初産豚の繁殖性に及ぼす影響

岩本英治*・設楽 修*

要 約

ランドレースと大ヨークシャーの一元雑種 (LW) の初産豚を用い、中鎖脂肪酸トリグリセリド (以下MCTと呼ぶ)、長鎖脂肪酸トリグリセリド (以下LCTと呼ぶ) 及びリボフラビン (以下Rと呼ぶ) を授乳期間中の飼料に添加して、母豚のエネルギー摂取量、分娩前後の体重の変化と離乳後の発情再帰並びに子豚の増体性に及ぼす影響を検討した。

- 1 母豚の体重の減少率は対照区が9.0%, MCT区が9.2%, R+MCT区が11.2%, R+LCT区が9.4%でR+MCT区が他の区に比べて大きかった。
- 2 発情再帰についてはMCT区が最も優れ、発情再帰日数は11.0日で他の区に比べて短く、発情再帰率、受胎率についても高い値を示した。
- 3 生産子豚数及び育成率は対照区が7.8頭, 87.7%, MCT区が8.6頭, 97.5%, R+MCT区が8.8頭, 98.0%, R+LCT区が8.8頭, 97.5%であった。
- 4 生産子豚の離乳時体重は対照区が4.95kg, MCT区が5.11kg, R+MCT区が7.01kg, R+LCT区が4.72kgでR+MCT区が他の区に比べて有意に大きかった。

Effect of Feeding Medium Chain Triglycerides and Riboflavin on Reproduction in Primipara Pig

Eiji IWAMOTO and Osamu SHIDARA

Summary

Energy intake and growth performance of suckling piglets and sows and resumption of estrus were studied in primiparous pigs fed Medium Chain Triglycerides (MCT), Long Chain Triglycerides (LCT) and Riboflavin (R).

- (1) Body weight at weaning decreased to 9.0, 9.2, 11.2 and 9.4% that at parturition in control, MCT, R+MCT and R+LCT groups, respectively. The R+MCT group, loss of body weight was greatest.
- (2) Estrus resumed at 11.0 days the MCT group was shorter.
- (3) Piglet rate of raising to 87.7, 97.5, 98.0 and 97.5% that in control, MCT, R+MCT and R+LCT groups, respectively.
- (4) Piglet production with weaning weighs of 4.95, 5.11, 7.01 and 4.72kg. The R+MCT group, body weight was greatest.

キーワード：初産豚，中鎖脂肪酸トリグリセリド，長鎖脂肪酸トリグリセリド，リボフラビン，
子豚の増体，発情再帰

緒 言

中鎖脂肪酸トリグリセリド (Medium chain Triglycerides, 以下MCTと呼ぶ) は、6~12の炭素鎖長からなる飽和脂肪酸で、通常ココナッツオイルから精製さ

れる。MCTは鎖長が短いという物理的特性から、牛脂や大豆油といった自然界に多く存在している長鎖脂肪酸トリグリセリド (Long chain Triglycerides, 以下LCTと呼ぶ) と代謝が異なり、吸収された後も肝臓において速やかに酸化分解され、エネルギーとして直接利用されることが知られている⁵⁾。

著者らは、前報⁶⁾で初産豚にMCTとLCTを給与し

1997年8月29日受理

*中央農業技術センター

た結果、MCTはLCTに比べて、摂取したエネルギーを効率的に利用し、授乳による母豚の損耗を伴うことなく、繁殖成績を向上させることを報告した。

こうした特性を持つMCTは、新生豚への給与により体内のグリコーゲンや蛋白質のようなエネルギー源の消費を少なくする効果⁹⁾や繁殖豚への給与による子豚の生存率を高める効果¹⁾などが認められている。

本試験では、MCTの利用性をさらに高める目的でMCTに加えて補酵素としての機能を持ち、脂質やアミノ酸の代謝に重要な働きをすることが知られているリボフラビン(以下Rと呼ぶ)を同時に添加し、初産豚へのより効果的なエネルギー給与法を検討した。

材料及び方法

1 試験期間

1996年9月22日から1997年1月3日に実施した。

2 試験区分及び供試豚

試験区はMCT区、R+MCT区、R+LCT区の3区と対照区を設け、LW初産豚を各区5頭供試した。

3 飼料給与方法

給与飼料は市販の種豚用配合飼料を用い、その成分値を表1に示した。飼料添加油脂はMCT及びLCTとし、前報⁹⁾と同じものを用いた。Rは飼料添加物として市販されている純度96%のものを用いた。

供試豚への飼料給与量は、授乳期間中の体重減少率が8%以上になると発情再帰日数が遅延するという前報⁹⁾の成績から、離乳時体重が分娩時体重の92%を維持するエネルギー量を日本飼養標準⁹⁾に基づき設定し、これを基準摂取量とした。分娩後3日目の時点で、この基準摂取量を摂取できない母豚について試験を実施し、油脂給与区は不足する可消化エネルギー(以下DEと呼ぶ)量についてMCT及びLCTにより補った。対照区は無添加とした。さらに、R添加量は香川ら⁷⁾が豚に対するRの給与効果を認めた飼料の0.1%とした。この添加量は日本飼養標準⁹⁾が示すRの要求量(0.00037%)の約270倍であった。

離乳は分娩後25日目に行った。

4 調査項目及び調査方法

母豚の飼料摂取量は給与量と残飼量の差で算出し、分娩後3、6、10、14、18、22日目及び離乳日に測定した。体重及び背脂肪厚の測定は分娩時及び飼料摂取量の測定日に行った。背脂肪厚は超音波式豚背脂肪厚測定器(リーンミーター)を用い、体長1/2部位の正中線から左側に約2cm離れた部位で測定した。繁殖成績は発情再帰日数、発情再帰率及び受胎率について調査した。血液検査

表1 飼料成分 (%)

TDN	DCP	CP	粗脂肪	DE(Mcal)
72.0	12.0	14.0	2.0	3.161

は分娩予定7日前、分娩後10日目及び離乳時の朝の飼料給与前に真空採血管を用い頸静脈から採取して分析に供した。採血直後に赤血球数(以下RBCと呼ぶ)、白血球数(以下WBCと呼ぶ)及びヘモグロビン(以下Hbと呼ぶ)は自動血球計数機で、ヘマトクリット(以下Htと呼ぶ)は毛細管法により測定した。また、採血直後に遠心分離し、得られた血清は分析するまで-40°Cで保存し、血清総蛋白(以下TPと呼ぶ)、グルコース(以下Gluと呼ぶ)、総コレステロール(以下Tchoと呼ぶ)トリグリセリド(以下TGと呼ぶ)及び尿素態窒素(以下BUNと呼ぶ)は血液自動分析機(富士ドライケム5500、富士フィルム)で測定した。遊離脂肪酸(以下NEFAと呼ぶ)は測定用キット(NEFACテストワコー)を用いて測定した。

子豚の体重測定は生時、分娩後3、6、10、14、18、22日目及び離乳時に行い、育成率は離乳頭数/出生頭数とした。

5 統計処理

一元配置分散分析を行い、有意差の検定を5%水準で行った。

結 果

1 飼料摂取量、油脂給与量及びDE充足率

授乳期間中の飼料摂取量、油脂給与量及びDE充足率を表2に示した。飼料摂取量は各区に差がなく、油脂給与量はR+MCT区が他の区に比べてやや少なかった。授乳期間中のあらかじめ設定したDE量に対する充足率は、対照区が90.5%、MCT区が101.1%、R+MCT区が98.9%、R+LCT区が99.2%で油脂給与区はほぼ充足されていた。

表2 飼料摂取量、油脂給与量及びDE充足率

区 分	飼料摂取量 (kg)		油脂給与量 (g)		DE充足率 (%)
	日量	総量	日量	総量	
対 照 区	3.6	90.9	-	-	90.5
MCT区	3.8	94.0	145.4	3198.2	101.1
R+MCT区	3.7	91.9	97.4	2141.8	98.9
R+LCT区	3.7	91.5	118.9	2616.0	99.2

2 授乳期間中の体重減少率の変化

供試母豚の分娩時体重を基にした授乳期間中の体重減少率の変化を図1に、離乳時の減少率を表3に示した。体重の減少率では対照区及びR+LCT区はほぼ同様な変化を示し、分娩後3日目以降緩やかに減少した。離乳時ではそれぞれ9.0%及び9.4%の減少率となった。MCT区は分娩後10日目までは急激に減少したが、それ以降は緩やかとなり、離乳時減少率は9.2%となった。R+MCT区は分娩後3日目以降漸減し、離乳時減少率は11.2%で他の区に比べて約2%高くなった。いずれも区間に統計的に有意な差はなく且つ平均値の差も小さかった。

3 授乳期間中の背脂肪厚減少率

供試母豚の分娩時背脂肪厚を基にした授乳期間中の背脂肪厚減少率を表3に示した。対照区が15.2%、MCT区が16.4%、R+MCT区が21.2%、R+LCT区が17.6%で体重の減少率と同様な結果であった。これについても区間に統計的に有意な差はなく且つ平均値の差も小さかった。

4 子豚生産状況

子豚生産状況を表4に示した。哺乳子豚頭数は対照区が7.8頭、MCT区が8.6頭、R+MCT区が8.8頭、R+LCT区が8.8頭であった。子豚の離乳頭数及び育成率はMCT区がそれぞれ8.4頭、97.5%、R+MCT区が8.6頭、98.0%、R+LCT区が8.6頭、97.5%で対照区の6.8頭、87.7%に比べて多くなり、統計的に有意な差はないが平均値の差が大きかった。子豚の体重は、生時で対照区及びMCT区が1.34kg、R+MCT区が1.37kg、R+LCT区が1.32kgで各区に差はなかった。離乳時では対照区が4.95kg、MCT区が5.11kg、R+MCT区が7.01kg、R+LCT区が4.72kgでR+MCT区が他の区に比べて統計的に有意な差がみられ、図2のとおり分娩後6日目以降急激な増加を示した。また、子豚総増体量においても同様に、対照区が24.50kg、MCT区が30.92kg、R+MCT区が47.50kg、R+LCT区が29.48kgでR+

MCT区が他の区に比べて統計的に有意に多くなった。

5 繁殖成績

離乳後の発情再帰を表5に示した。発情再帰日数はMCT区が最も早く、次いでR+MCT区、対照区、R+LCT区の順であった。離乳後25日以内での発情再帰率はMCT区及びR+MCT区が80.0%、対照区が60.0%及びR+LCT区が40.0%であった。また、初回交配での受胎率はMCT区が80.0%で対照区の40.0%、R+MCT区及びR+LCT区の60.0%に比べて高くなり、各区間に統計的に有意な差はないが平均値の差が大きかった。

6 血液成分の変化

RBC、Ht及びHbはいずれの区も分娩前に比べて離乳時では低値を示したが、WBCでは逆にいずれの区も分娩前に比べて離乳時で高い値を示した。また、TP

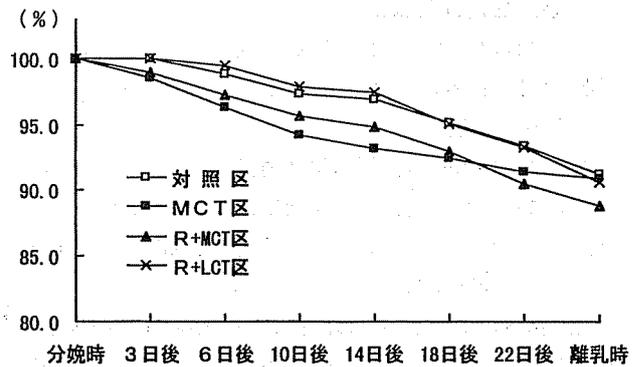


図1 供試豚の体重減少率

表3 授乳期間中の体重及び背脂肪厚の減少率 (%)

区 分	体 重	背脂肪厚
対 照 区	9.0±3.9	15.2±5.2
M C T 区	9.2±1.4	16.4±2.2
R+MCT区	11.2±2.9	21.2±3.4
R+LCT区	9.4±2.2	17.6±3.3

表4 子 豚 生 産 状 況

区 分	哺乳頭数 (頭)	子 豚 体 重 (kg)		子豚総増 体量 (kg)	離乳頭数 (頭)	育 成 率 (%)
		生 時	離 乳 時			
対 照 区	7.8±0.8	1.34±0.15	4.95±0.44 a	24.50± 5.24 a	6.8±0.8	87.7±10.0
M C T 区	8.6±1.9	1.34±0.11	5.11±0.74 a	30.92± 7.07 a	8.4±2.1	97.5±10.0
R+MCT区	8.8±0.8	1.37±0.17	7.01±1.13 b	47.50± 7.12 b	8.6±0.5	98.0± 0.0
R+LCT区	8.8±1.6	1.32±0.11	4.72±0.66 a	29.48±10.02 a	8.6±1.8	97.5±10.0

a, b間に有意差あり (P<0.05)

及びBUNは試験期間中に大きな変化はみられなかった。いずれも測定時期及び区間に統計的に有意な差はなく且つ平均値の差も小さかった。

Glucoseは対照区、MCT区及びR+MCT区で分娩前に比べて離乳時でわずかに上昇したが、R+LCT区は、逆に離乳時では分娩前に比べて低値を示し、統計的に有意ではないが区間の平均値の差が大きかった。血清脂質について表6に示したが、T-choは各区とも分娩後上昇し、離乳時では分娩前に比べて高値を示し、統計的に有意な変化ではないが測定時期の平均値の差が大きかった。TGは対照区、R+MCT区及びR+LCT区が分娩後減少し、離乳時では分娩前に比べて統計的に有意に減少した。MCT区は逆に分娩後10日目に上昇したが、離乳時にはほぼ分娩前の値まで低下した。区間には統計的に有意な差はなく且つ平均値の差も小さかった。NEFAは各区とも離乳時は分娩前に比べて高値を示したが、MCT区においては他の区が分娩後上昇したのに対し、分娩後10日目に低値を示し、統計的に有意ではないが測定時期及び区間の平均値の差が大きかった。

考 察

母豚の体重及び背脂肪厚はほぼ同様な変化を示しており、分娩前に比べて離乳時ではいずれの区でも減少した。その体重減少率は有意な差ではないが、R+MCT区が11.2%で他の区よりも約2%高くなった。また、対照区ではDE充足率が90.5%と低かったにもかかわらず、大きな減少を示さなかった。これらは、子豚の増体量と育成率の差によるものと考えられ、対照区は子豚の総増体量でMCT区及びR+LCT区よりも約6kg、R+MCT区よりも23kg少なく、育成率が他の区よりも約10%劣っていたことから、体脂肪の乳汁への動員が大きくなかったと考えられる。また、MCT区の分娩後10日目以降の体重減少率は低く推移し、離乳時ではR+LCT区よりも低値を示した。この結果は前報⁶⁾とほぼ同様な変化を示しており、子豚の総増体量の成績からもMCTはエネルギーとしての利用性が高いことを意味している。

子豚の増体は、生時体重では各区ともほぼ同一であったが、離乳時ではR+MCT区が一頭当たりの体重及び一腹内の子豚総増体量において、他の区に比べて有意に

表5 繁殖成績

区 分	発情再帰日数 (日)	発情再帰率 ¹ (%)	受胎率 ² (%)
対 照 区	22.8±19.2	60.0	40.0
M C T 区	11.0± 7.4	80.0	80.0
R + MCT 区	19.2±10.5	80.0	60.0
R + LCT 区	32.5±26.7	40.0	60.0

注) ¹: 離乳後25日以内での発情再帰率,
²: 初回交配での受胎率

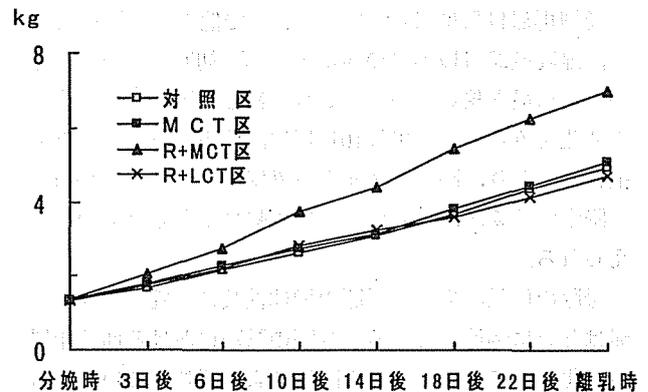


図2 子豚体重の変化

表6 血清脂質成分の変化

検 査 項 目	測定時期	対 照 区	MCT区	R+MCT区	R+LCT区
T-cho (mg/dl)	分娩7日前	83.6±19.0	69.2± 7.0	81.5±10.6	82.4± 8.9
	分娩10日目	105.6±21.5	107.6±16.8	99.0±15.4	113.8± 7.8
	離 乳 時	120.3±21.1	118.7±16.8	93.2± 9.6	103.5±17.7
TG (mg/dl)	分娩7日前	56.8±11.6	39.8± 8.7	54.0±10.9	48.0±7.4
	分娩10日目	35.0±15.5	53.0±38.3	40.2±11.8	37.0±7.4
	離 乳 時	35.5± 6.5*	40.3±18.0	34.8± 7.1*	27.0±5.2*
NEFA (mg/dl)	分娩7日前	152.0± 29.2	390.6±202.5	303.0±235.3	256.2±184.5
	分娩10日目	414.3±290.5	237.7±139.8	891.4±539.7	516.0±430.8
	離 乳 時	402.2±247.8	426.8±144.1	431.4±221.8	500.0±156.8

*分娩7日前との間に有意差あり (P<0.05)

高かった。Rはは乳類の酸化還元系に必須であり、その補酵素であるフラビンモノヌクレオチド及びフラビンアデニンジヌクレオチドは脂肪酸の分解と合成系に関与している。R+MCT区は、MCTのエネルギーとしての利用効率の高さに加えて、Rの添加によりエネルギー代謝や蛋白質代謝が活性化され、摂取したエネルギー及び体脂肪の利用効率の改善により子豚増体性が向上したと考えられる。また、R+LCT区はMCT区に比べてわずかに劣るがほぼ同様な発育を示した。このことから、LCTにさらにRを添加することにより、子豚の増体性が改善されると考えられる。しかし、両区ともRの添加によって摂取エネルギー以上の乳量増加に伴う栄養不足により、体脂肪の動員が大きく、母豚の体重減少や発情再帰に悪影響を及ぼしたと考えられる。

子豚の育成率は、対照区が87.7%で哺乳頭数が少なかつたにもかかわらず、他の区に比べて約10%低くなった。試験期間中のへい死原因のほとんどが圧死によるものであることから、育成率の差は油脂添加で母乳の乳脂率が高まり、子豚に活力が付与されたことが影響していると考えられる。

発情再帰日数はMCT区が11.0日で他の区に比べて短く、離乳後25日以内での発情再帰率、初回交配での受胎率ともに最も優れていた。これはMCT区の体重減少率の変化をみると、分娩後10日目以降体重の減少率は低く推移しており、高いエネルギー効率により分娩後10日目以降栄養状態が改善され、発情再帰に影響したものと考えられる。

母豚の体重減少量、子豚の増体性及び離乳後の発情再帰は互いに関連している。今回の試験における血清脂質の変化をみても、これらの関係をよく反映していたと考えられた。貯蔵脂肪は絶えず分解と再合成をおこない、糖が脂肪酸に変えられTGが合成される一方、TGの分解により生ずるNEFAは血中に放出される。このNEFAはアルブミンと結合して体内を循環し、多くの器官での主要エネルギー源となる。すなわち、血中のNEFAの増加は体脂肪の動員を意味し、母豚の栄養不足を表している。肝臓から他の組織への脂質の輸送はTGが関与するため、血中のTGは体脂肪の蓄積がなければ低下する。また、T-c h oは肝臓で胆汁酸に変えられ、脂肪の消化吸収を助ける働きをもち、血中のT-c h oの増加は代謝の活性化を意味する。今回の試験において特に子豚の増体性の向上により栄養不足と考えられたR添加区は、分娩後NEFA値が上昇し、逆にTG値が減少した。また、発情再帰成績が優れていたMCT区の分娩10日目以降のTG値が他の区に比べて高値で推移していた

ことなどからも試験期間中の母豚の栄養状態を推測することができる。

Trittonら¹⁰⁾及びCarrollら⁴⁾は授乳期間中の飼料摂取量の増加に伴うDE摂取量の違いは、母豚の体重減少に影響するが、子豚の増体性に対しては影響しないと報告している。また、Babinszkyら²⁾は飼料中の脂肪含量を高めると母乳の乾物、脂質及びエネルギー含量は有意に増加し、子豚の増体性が改善されたと報告している。授乳期の油脂及びビタミンの給与による子豚の増体性と育成率の向上については齋藤ら¹⁰⁾及び松本ら⁹⁾によってその効果が報告されている。しかし、齋藤ら¹⁰⁾はDE要求量が充足されない状態においてビタミンの給与を行うと、その後の繁殖成績に悪影響を及ぼすと指摘している。今回の試験においてもこれらの報告と同様な油脂及びR給与の有用性が認められたが、R+LCT区において、離乳後の発情再帰が対照区に比べて劣っていたことを考えると母豚の摂取エネルギー及び泌乳能力の違いにおけるRの使い分けを考慮する必要があると思われた。

今回の試験における飼料費を試算すると、飼料添加したMCT及びLCTの価格は1kg当たり500円及び400円であり、リボフラビンの価格は1kg当たり8,000円であった。基礎飼料の単価を1kg当たり50円とした場合、試験期間中の母豚一頭当たりの飼料費は対照区が4,543円、MCT区が6,297円、R+MCT区が6,399円、R+LCT区が6,355円となり、油脂及びRの給与区が対照区に比べて約1,800円高くなった。しかし、子豚の増体性、育成率及び発情再帰成績を考慮すると、この投資は決して高いものではないと思われた。

以上のことから、初産豚に対するMCTとRの同時給与は子豚の増体性を有意に向上させることがわかり、その有用性が示唆された。しかし、子豚の増体量が標準以上となり、日本飼養標準に基づく飼養管理では母豚の損耗が大きくなるため、子豚の増体をみながら給与エネルギーを増やす必要があると考えられた。さらに、離乳後の発情再帰については、MCT区が他の区に比べて優れていたことから、泌乳能力が高く、子豚が標準以上の発育をすると判断できる場合にはRの添加は行わず、MCTのみの給与の方が母豚の損耗を伴うことなく繁殖成績を向上させると考えられた。

引用文献

- (1) Azain, M.J. (1993): Effects of Adding Medium-Chain Triglycerides to Sow Diets During Late Gestation and Early Lactation on Litter Performance: J. Anim. Sci. 71, 3011-3019

- (2) Babinszky, L., M.W.A.Verstegen, L.A.denHartog, T.Zandstra, P.L.van der Togt and J.T.P. vanDam (1992): Effect of dietary fat and α -tocopherol level in the lactation diet on the performance of primiparous sows and their piglets: Anim. Prod. 55(2), 233-240
- (3) Benevenga, N.J., J.K. Steniman-Goldsworthy, T. D. Crenshaw and J. Odle (1989): Utilization of Medium Chain Triglycerides Neonatal Piglets: 1. Effects on Milk Consumption and Body Fuel Utilization: J.Anim. Sci. 67, 3331-3339
- (4) Carrol, C.M., P.B.Lynch, M.P.Boland, L.J.Spicer, F.H.Austin, N.Leonard, W.J.Enright and J.F.Roche (1996): The effects of food intake during lactation and post weaning on the reproductive performance and hormone and metabolite concentrations of primiparous sows: Animal Sci. 63(2), 297-306
- (5) 林 直樹・中村 強・吉原大二・柳井 稔・川西悟生 (1991): Mann-Williamson処置ラットにおける中鎖脂肪酸トリグリセリドのエネルギー源としての有効性: 栄食誌 44, 385-390
- (6) 岩本英治・設楽 修・富永 勝 (1997): 中長鎖脂肪酸トリグリセリド給与が初産豚の繁殖性に及ぼす影響: 兵庫中央農技研報 33, 19-23
- (7) 香川裕一・山本 剛・内山健太郎 (1995): リボフラビン給与が肥育豚の発育, 肉質及び脂肪蓄積に及ぼす影響: 兵庫中央農技研報 31, 67-71
- (8) 松本尚武・梶田勇也・石井泰明・山浦 誠・小泉俊二・木村容子 (1984): 妊娠末期及び泌乳期の母豚に対する油脂, ビタミン, アミノ酸の給与による繁殖成績の改善 (第二報): 群馬農業研究 C. 1, 68-73
- (9) 農林水産省農林水産技術会議事務局 (1993): 日本飼養標準豚1993年版 (中央畜産会)
- (10) 齋藤健光・設楽 修・山口和光 (1988): 豚の繁殖性向上に関する研究 第1報 授乳母豚に対するカルシウム・ビタミンの合剤投与効果: 兵庫中央農技研報 24, 35-42
- (11) Tritton, S.M., R.H.King, R.G.Campbell, A.C. Edwards and P.E.Hughes (1996): The effect of dietary protein and energy levels of diets offered during lactation on the lactational subsequent reproductive performance of first-litter sows: Animal Sci. 62(3), 573-579