

壹、 中文摘要

本試驗之目的在於探討懷孕後期飼糧中共軛亞麻油酸 (conjugated linoleic acid ; CLA) 對母豬繁殖及窩仔性能之影響。30 頭藍瑞斯母豬(L)，12 頭雜交母豬(L×Y)配上杜洛克公豬(D)及 8 頭台灣黑母豬(D×T)配上台灣黑公豬(D×T)後，於產前 30 天逢機分配成兩處理組，分別飼予添加 2%大豆油或 CLA 之試驗飼糧至分娩為止。母豬分娩時記錄出生窩仔數、出生窩活仔數、仔豬出生重、死胎數。21 日齡離乳時記錄離乳窩仔數、離乳窩仔重及仔豬離乳體重，並計算出生後三天內及離乳前存活率。於懷孕第 110 天時採血，測定血漿組成。並於分娩時及分娩後第 7 天分別採乳樣，測定乳組成。結果顯示，懷孕母豬飼糧中 CLA 對離乳窩仔重、仔豬平均出生重、仔豬平均離乳重、仔豬每日增重、出生活仔數、死胎數、死胎率、離乳窩仔數及出生後三天內及離乳前存活率並無影響，但提高出生窩仔數及出生窩仔重($P < 0.10$)。懷孕母豬飼糧中 CLA 對初乳及母乳粗蛋白質、脂肪及乾物質含量則無影響。懷孕母豬飼糧中 CLA 提高初乳中 C14:0 ($P < 0.01$)及 C16:0 ($P < 0.05$)脂肪酸含量及降低 C16:1 ($P < 0.05$)、C18:2 ($P < 0.05$)及 C18:3 ($P < 0.01$)脂肪酸含量。懷孕母豬飼糧中 CLA 對常乳中脂肪酸含量並無影響。懷孕母豬飼糧中 CLA 對血

漿中葡萄糖、尿素氮及非酯化脂肪酸含量亦無顯著影響。懷孕母豬飼糧中 CLA 提高血漿中 C16:0 ($P < 0.01$) 脂肪酸含量及降低血漿中 C16:1 ($P < 0.01$) 及 C18:0 ($P < 0.05$) 及 C18:2 ($P < 0.10$) 脂肪酸含量。綜合以上，懷孕後期母豬飼糧中添加 2% CLA 因提高出生窩仔數而增加出生窩仔重，也提高初乳中 C14:0 及 C16:0 及血漿中 C16:0 脂肪酸含量。

關鍵語：共軛亞麻油酸、繁殖性能、懷孕母豬

貳、緒言

共軛亞麻油酸(conjugated linoleic acids, CLA)為一群天然存在具 18 個碳，含共軛雙鍵(9, 11-; 10, 12-; 11, 13-octadecadienoic acids)之亞麻油酸(linoleic acids, LA)同分異構物。CLA 主要存在乳脂、牛羊肉及植物油(紅花油最多)中。最近之研究報告指出，CLA 具有促進免疫(Cook *et al.*, 1993)、防癌(Pariza *et al.*, 1983; Ip *et al.*, 1994, 1997; Belury *et al.*, 1996)、減低動脈硬化(Lee *et al.*, 1994; Nicolosi *et al.*, 1997)、抗氧化及防止內毒素(Cook *et al.*, 1993)及影響生長表現之效果。

Chin *et al.* (1994)發現，飼糧中添加 CLA，明顯地增加泌乳母鼠乳中 CLA 濃度。Chouinard *et al.* (1999)及 Loo and Herbein (1998)指出，在乳牛皺胃中加入 CLA，可以改變牛乳脂肪酸成分、乳脂含量及牛乳產量。Bee (2000)發現，在母豬飼糧中添加 2% CLA，可以改變母乳中脂肪酸組成，而以 *cis*-9, *trans*-11 CLA 之轉移率最高。Bee (2000)、Poulos *et al.* (2004)及 Bontempo *et al.* (2004)指出，懷孕母豬飼糧中添加 CLA，可以改善初生仔豬之生長速率。Patterson *et al.* (2007)發現，母豬懷孕第 85 天起飼糧中添加 CLA 較未添加 CLA，其所生仔豬有較佳的生長速率。最近，Corino *et al.* (2009)亦發現，

於母豬分娩前 7 日至分娩後 7 日飼糧中添加 0.5% CLA，改善仔豬之出生重及 21 日齡離乳重。

因為母豬乳提供快速生長哺乳仔豬發育所必需重要的營養成分，且 CLA 具促進免疫、抗氧化及防內毒素影響之效果。因此，懷孕期及哺乳期母豬飼糧中添加 CLA 可能會影響母豬之繁殖及哺乳仔豬之生長及存活。

本試驗之目的在於探討於懷孕後期母豬飼糧中添加 CLA 對母豬繁殖性能及仔豬生長及存活之影響。

參、文獻檢討

一、共軛亞麻油酸簡介

(一)共軛亞麻油酸之結構

共軛亞麻油酸(conjugated linoleic acids, CLA)為一群天然存在具有共軛雙烯基(conjugated dienoic)、18 碳之多元不飽和脂肪酸，是亞麻油酸(linoleic acid)之幾何與位置異構物。亞麻油酸的雙鍵位置為位於自羧基端(-COOH)算起第 9 及第 12 碳，兩個雙鍵皆為順式結構(cis form)；而 CLA 之兩個雙鍵則位於第 9 與 11 碳、第 10 與 12 碳或第 11 與 13 碳，且其中之一雙鍵係反式結構(trans form) (Ha *et al.*, 1987)，如圖 1 所示。甚至出現在第 7 與 9 碳、第 8 及第 10 碳等位置，每一種位置具有四種幾何學之異構物(*cis, cis*; *cis, trans*; *trans, cis*; *trans, trans*)之結構(Eulitz *et al.*, 1999)，都有可能出現。不過，自然界中以 *cis*-9, *trans*-11 CLA 及 *trans*-10, *cis*-12 CLA 居多。而 *cis*-9, *trans*-11 CLA 在所有 CLA 中所佔比例，以乳製品 82%以上最高，反芻肉類約佔 75%，植物油所佔的比例少於 50%(Chin *et al.*, 1992)。*cis*-9, *trans*-11 CLA，被認為是最具有生物活性(Azain, 2003)。

(二)共軛亞麻油酸之來源

CLA 主要存在乳脂、牛羊肉及植物油食物中(Chin *et al.*, 1992)

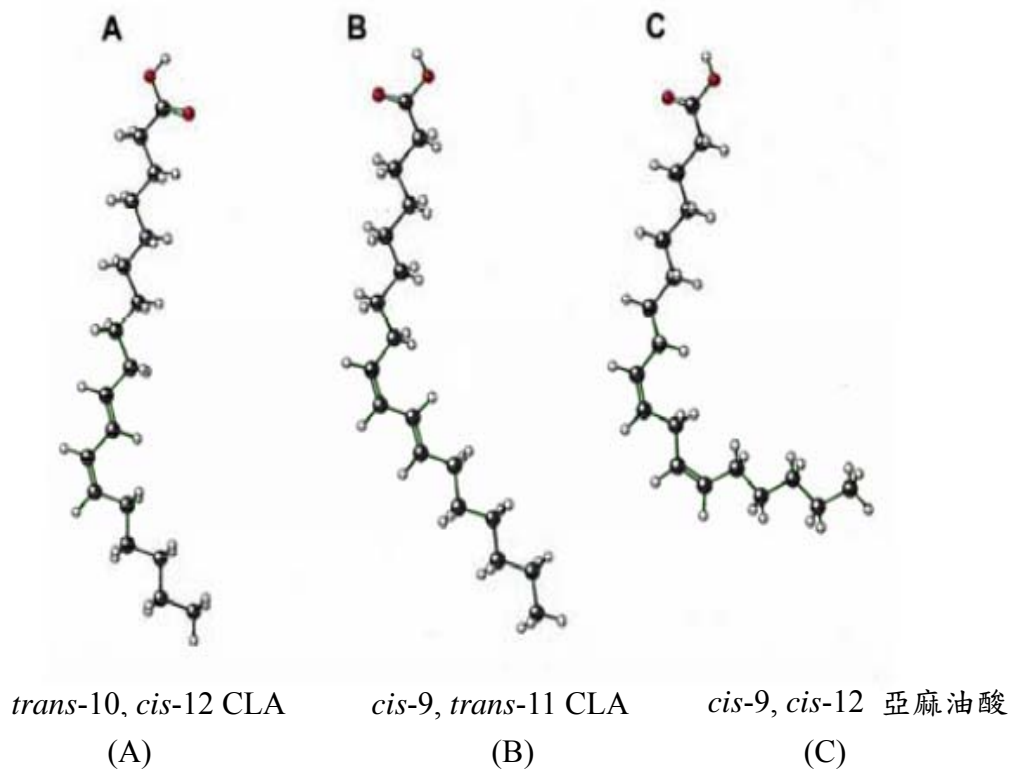


圖 1、共軛亞麻油酸及亞麻油酸之化學結構。

Figure 1. Chemical structure of conjugated linoleic acid isomers and linoleic acid.

Fatty acids are *trans*-10, *cis*-12 octadecadienoic acid. (A), *cis*-9, *trans*-11 octadecadienoic acid (B) and *cis*-9, *cis*-12 octadecadienoic acid (linoleic acid) (C) (Bauman *et al.*, 1999).

(表 1)，而 CLA 含量最高為反芻動物之乳、肉及乳製品。乳製品中總 CLA 濃度大約為 2.8~7.0 mg/g fat，其中 *cis*-9, *trans*-11 CLA 約佔總 CLA 含量之 90%，而在牛肉中之 *cis*-9, *trans*-11 CLA 含量約佔總 CLA 含量之 75%。植物油和人造奶油只含少量之 CLA，且植物油中 *cis*-9, *trans*-11 CLA 含量佔總 CLA 的 50% 以下(Chin *et al.*, 1992)；非反芻動物之肉、乳製品及植物油中總 CLA 濃度大約為 0.6~0.9 mg/g fat。植物油以紅花油(safflower oil)中 CLA 含量最高，為 0.7 mg/g fat；椰子油(coconut oil)中 CLA 含量最低，為 0.1 mg/g fat(Chin *et al.*, 1992)。

二、共軛亞麻油酸合成

(一)生物合成作用

反芻動物乳、肉製品中 CLA 有兩種主要來源(Griinari and Bauman, 1999)。第一種來源是亞麻油酸在瘤胃經生物氫化(biohydrogenation)所產生的 CLA；第二種來源是動物組織利用 *trans*-11 C18:1 合成的 CLA。而 *trans*-11 C18:1 是不飽和脂肪酸經生物氫化的中間產物。因此在反芻動物食物產品中 CLA 與瘤胃經生物氫化過程中產生息息相關(Bauman *et al.*, 1999)。

1. 生物氫化作用

芻料中脂質大部分為糖脂質(glycolipids)和磷脂質

表 1、各種食物之共軛亞麻油酸含量

Table 1. CLA content of various foods

| Food | mg CLA /g fat | Food | mg CLA /g fat |
|---------------------------|---------------|---------------------|---------------|
| Dairy product | | Meats/fish | |
| Condensed milk | 7.0 | Lamb | 5.8 |
| Colby | 6.1 | Fresh ground beef | 4.3 |
| Butter fat | 6.1 | Veal | 2.7 |
| Ricotta | 5.6 | Fresh ground turkey | 2.6 |
| Homogenized milk | 5.5 | Chicken | 0.9 |
| Cultured buttermilk | 5.4 | Pork | 0.6 |
| American processed cheese | 5.0 | Egg yolk | 0.6 |
| Mozarella | 4.9 | Salmon | 0.3 |
| Plain yogurt | 4.8 | | |
| Custard style yogurt | 4.8 | | |
| Butter | 4.7 | | |
| Sour cream | 4.6 | Vegetable oils | |
| Cottage | 4.5 | Safflower oil | 0.7 |
| Low fat yogurt | 4.4 | Sunflower oil | 0.4 |
| 2% milk | 4.1 | Peanut | 0.2 |
| Mediam cheddar | 4.1 | Olive | 0.0 |
| Ice cream | 3.6 | | |
| Pamesan | 3.0 | | |
| Forzen yogurt | 2.8 | | |

Based on values reported by Chin *et al.* (1992), and Lin *et al.* (1995), & the University of Wisconsin Food Research Institute (Dr. Pariza, Director).

(phospholipids)，其中主要脂肪酸為不飽和之次亞麻油酸(C18:3)及亞麻油酸(C18:2)。精料所使用種籽油中脂質大部分為三酸甘油酯(triglycerides)，而主要脂肪酸為亞麻油酸及油酸。反芻動物採食飼糧中所有脂質在瘤胃中經過兩種重要步驟(Dawson and Kemp, 1970; Keeney, 1970; Dawson *et al.*, 1977)。脂質最先是受到微生物解脂酶(lipases)催化作用把酯鍵結(ester linkages)水解後，釋出之不飽和脂肪酸被微生物行生物氫化作用。

瘤胃中不飽和脂肪酸之生物氫化作用是由細菌來完成，其次是原生蟲之作用(Harfoot and Hazlewood, 1988)。CLA 在瘤胃液中初次被發現，為生物氫化作用之中間產物(Bartlett and Chapman, 1961)。其後，Kepler *et al.* (1966)發現，瘤胃中生成 CLA 之主要微生物為 *Butyrivibrio fibrisolvens*。因此，瘤胃中細菌有能力利用生物氫化作用產生不飽和脂肪酸(Harfoot and Hazlewood, 1988)，而 Kemp and Lander (1984)發現，細菌利用生物氫化作用需要兩種產生反應步驟：第一種反應步驟，細菌有能力氫化 γ -亞麻油酸及 α -亞麻油酸，並產生 *trans*-11 C18:1 中產物；第二種反應步驟則細菌利用主要基質 *trans*-11 C18:1，而產生最終產物硬脂酸(stearic acid)，如圖 2 所示。

亞麻油酸(*cis*-9, *cis*-12 C18:2)經由生物氫化作用，產生第一種反應為 *cis*-12 雙鍵之異構作用(isomerization)。此異構反應是不需要輔

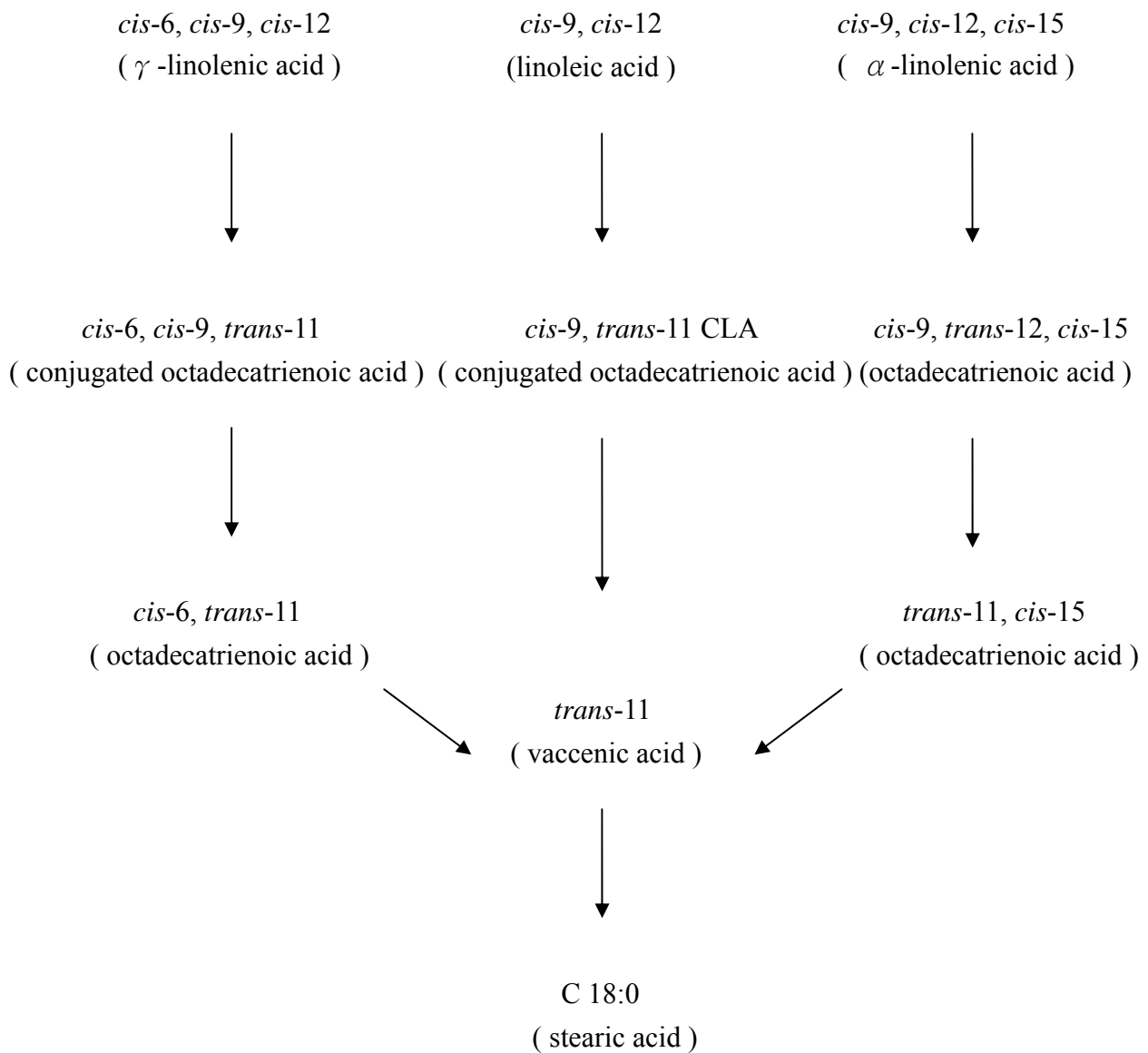


圖 2、不飽和 18 碳脂肪酸進行生物氫化作用之主要路徑。

Fig 2. Predominant pathways of biohydrogenation of unsaturated C 18 fatty acid. (Harfoot and Hazlewood, 1988).

因子參與，而發生在長鏈碳氫鏈的中間位置，沒有影響雙鍵之異構作用。亞麻油酸異構酶(linoleate isomerase, EC 5.2.1.5)是將一種亞麻油酸(α -或 γ -linolenic acids)之 *cis*-9, *cis*-12 雙鍵轉變為共軛雙鍵之酵素 (Kepler and Tove, 1967; Kepler *et al.*, 1970; Yokoyama and Davis, 1971; Kemp *et al.*, 1984)。而酵素是生物體內自己製造，並當作催化劑產生催化反應。而第二種反應則是將 *cis*-9, *trans*-11 CLA 轉化成 *trans*-11 C18:1 之還原反應。利用標記在瘤胃中 CLA 之體外試驗結果證明，*cis*-12 雙鍵經由異構化形成 *cis*-9, *trans*-11 CLA，並且快速轉換成 *trans*-C18:1。*Trans*-11 單烯酸在瘤胃中並不是快速之反應。因此 *trans*-11 C18:1 脂肪酸會在瘤胃中產生蓄積現象(Tanaka and Shigeno, 1976; Singh and Hawke, 1979)。而在 C18 不飽和脂肪酸產生生物氫作用中，*trans*-C18:1 因此受到緩慢限制而產生過多未完成的氫化脂肪酸，因而被腸道所吸收利用，並且這些脂肪酸可以經由血液運輸至乳腺組織產生乳脂，所以乳脂中 CLA 含量可以藉由添加含有 LA 的飼料原料於飼糧中可以獲得提升(Kelly *et al.*, 1998)。

2. 組織中的合成

由於 *trans*-11 C18:1 與 CLA 間在乳汁中的相對比例遠遠較低於瘤胃中的比例，因此推測 *trans*-11 C18:1 可能是 CLA 在乳脂中的前驅物質(Bartlett and Chapman, 1961; Jahreis *et al.*, 1997; Jiang *et al.*, 1996;

Precht and Molquentin, 1997)。Griinari *et al.* (1997)認為，CLA 可以由 *trans*-11 C18:1，經組織中之去飽和酶(desaturase)作用而形成。因此，Bartlett and Chapman (1961)使用不同紅外光譜來測定大量之乳製產品，發現乳脂中反式 18 碳脂肪酸(*trans*-octadecenoic acids)與共軛雙烯酸之間具有一定的常數關係。

隨後研究證實，乳脂中 *trans*-11 C18:1 與 *cis*-9, *trans*-11 CLA 濃度具直線關係(Jiang *et al.*, 1996; Jahreis *et al.*, 1997; Precht and Molquentin, 1997; Griinari and Bauman, 1999)，故認為這兩種脂肪酸具相同來源，亦即皆為瘤胃中生物氫化作用之中間產物。因此，中間產物在瘤胃中之濃度會增加，因而更進一步地被腸道吸收，在哺乳動物細胞中可能受 Δ^9 -去飽和酶轉化成 *cis*-9, *trans*-11 CLA (Holman and Mahfouz, 1980; Pollard *et al.*, 1980)。

Griinari *et al.* (1997)指出，反芻動物脂肪中之 CLA 是由內源性所產生的。內源性 *cis*-9, *trans*-11 CLA 是由 *trans*-11 C18:1 經由 Δ^9 -去飽和酶作用所形成，如圖 3 表示。以設計十二指腸注入法，來確認 *trans*-11 C18:1 轉換成 CLA 之假說。試驗最初 3 天為 baseline 期，期間只注入脫脂乳；其後 3 天為試驗期，將 *trans*-11 C18:1 及 *trans*-12 C18:1 (1:1) 混入脫脂乳中，每天注入 25 公克於牛隻十二指腸中；試驗之第五天為沖洗期，只注入脫脂乳。結果顯示，在組織及乳脂中，

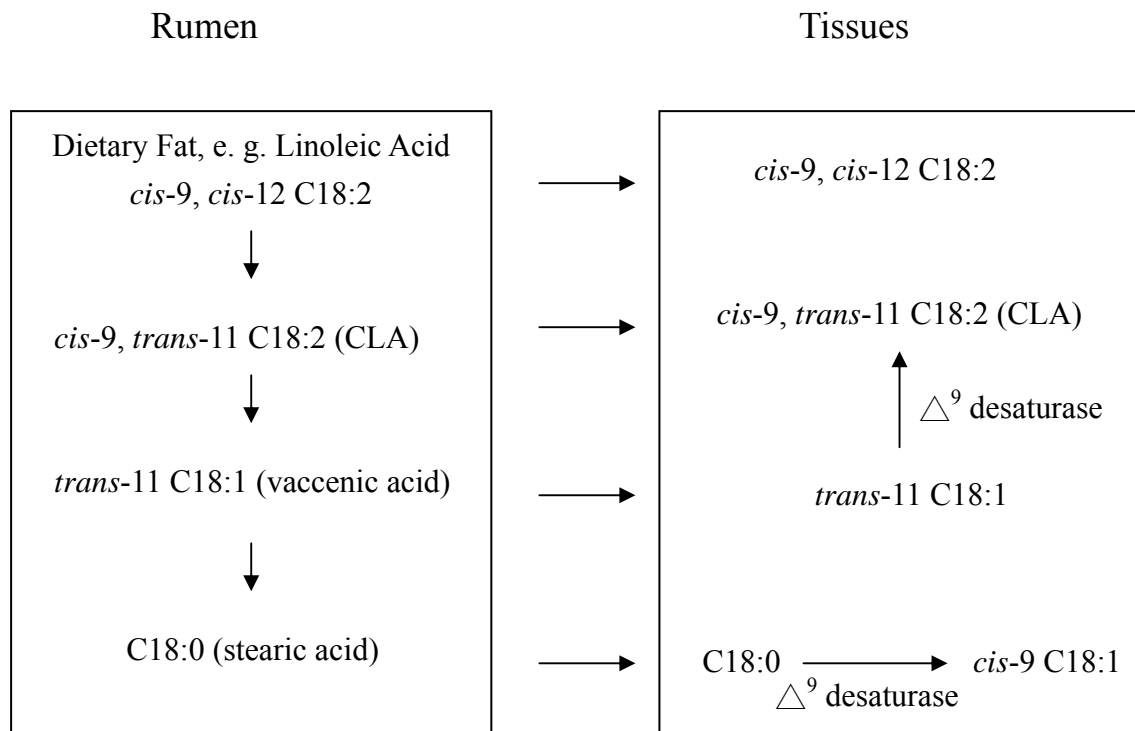


圖 3、瘤胃生物氫化作用和 Δ^9 不飽和酶與反芻動物與共軛亞麻油酸 *cis*-9, *trans*-11 之生成路徑。

Figure 3. Role of rumen biohydrogenation and tissue Δ^9 desaturase in the production of *cis*-9, *trans*-11 conjugated linoleic acid in ruminant fat. (Bauman et al., 1999).

trans-11 C18:1 及 *trans*-12 C18:1 濃度都有增加之情形，相關去飽和所生產產物 *cis*-9, *trans*-11 C18:2 及 *cis*-9, *trans*-12 C18:2 濃度也有相同增加之情形。因此由上述得到結果可以證實，*trans*-11 C18:1 可以轉換成 CLA。

Corl *et al.* (1998)指出，皺胃內每日注入 12.5 公克 *trans*-11 C18:1，經過三天後，發現乳脂中 CLA 會增加 40%以上，所以泌乳牛具有內源性合成 CLA 合成之能力。並確認 Δ^9 -去飽和酶在 CLA 形成的重要性。Corl *et al.* (1999)指出，在皺胃內注入蘋婆酸(sterculic acid)，此種物質可以抑制 Δ^9 -去飽和酶之活性，結果顯示，蘋婆酸會降低乳脂中 CLA 含量，推測泌乳牛體內經由 Δ^9 -去飽和酶的內源性合成作用，是乳脂形成 CLA 重要來源之一。 Δ^9 -去飽和酶在組織之位置會因為動物品種之差異而有所不同。根據 Δ^9 -去飽和酶之活性來區分，在生長中之反芻動物體內， Δ^9 -去飽和酶主要存在脂肪組織中；而泌乳中之反芻動物體內， Δ^9 -去飽和酶主要存在乳腺組織中 (Bickerstaffe and Annison, 1970; Kinsella, 1972)。

三、共軛亞麻油酸之功能性

亞麻油酸經由同分異構化作用所產生 CLA 之功能性，近年來逐漸被受到重視。近年來，發現 CLA 具有防癌 (Pariza *et al.*, 1983; Ip *et al.*, 1994, 1997; Belury *et al.*, 1996)、促進生長及調節免疫反應 (Cook *et al.*,

1993)、減低動脈硬化(Lee *et al.*, 1994; Nicolosi *et al.*, 1997)及改變脂肪酸組成(Dugan *et al.*, 1997)之功能。以下就以 CLA 之主要四項功能予以說明:

(一) 防癌機制

CLA 之抗癌作用,主要被認為與抗氧化機制(Ha *et al.*, 1990; Ip *et al.*, 1991)、氧化劑細胞毒性(pro-oxidant cytotoxicity)(Schonberg and Krokan, 1995)、抑制核苷酸與蛋白質合成(Shultz *et al.*, 1992)、降低細胞增殖活性(proliferation activity)(Ip *et al.*, 1994),抑制 DNA-加成物之形成(Zu and Schut, 1992)及抑制致癌物之活化有關(Ha *et al.*, 1987; Liew *et al.*, 1995)。

Ip *et al.* (1991)指出,餵飼大鼠分別含有 0、0.5、1.0 或 1.5% CLA 飼糧,並利用 DMBA 引發乳腺腫瘤之發生;結果發現餵飼 CLA 可以降低乳腺腫瘤的數目,而且腫瘤數目會隨著 CLA 濃度上升而減少。所有 CLA 異構物中, *cis*-9, *trans*-11 CLA 與鼠前胃腫瘤細胞(Ha *et al.*, 1990)及人類乳房腫瘤細胞(Ip *et al.*, 1991)之磷脂質結合,使得癌細胞之生長制度受到抑制,所以被認為具有抗癌之活性者。

(二) 促進生長及調節免疫反應

Cook *et al.* (1993)指出,CLA 可降低內毒素(endotoxin)所造成之生長障礙,因而改善生長。Bee (2000)發現,在懷孕母豬飼糧中,添

加 2% CLA 與對照組相較，結果顯示添加 CLA 對仔豬體型、屠體腰眼面積、半腱肌的重量，以及飼料利用效率均為較佳，並表現出生長之促進效果。Bee (2000)指出，在懷孕和泌乳期母豬飼料中添加不同濃度 CLA，會影響背脂脂肪酸組成、初乳及常乳脂肪含量；在脂肪組織之轉移率約為 41 至 52 %，在常乳之轉移率約為 55 至 69%。

CLA 對於免疫之調節，可能與細胞激素(cytokines)之產生有關 (Sugano *et al.*, 1998; Turek *et al.*, 1998; Hayek *et al.*, 1999)，也可能與類花生酸(eicosanoid)有間接關連性(Bulgarella *et al.*, 2001; Pariza *et al.*, 2001; Whigham *et al.*, 2002)。當巨噬細胞(macrophage)及其它免疫細胞受到刺激時，會開始分泌細胞激素，細胞激素則是造成免疫及發炎反應之類分泌素介體(hormone-like mediators)。在免疫刺激過程中，產生之兩種介體分別是腫瘤壞死因子- α (tumor necrosis factor- α , TNF- α)及介白素-1(interleukin-1, IL-1)。TNF- α 及 IL-1 會誘發免疫細胞的一些發炎反應(Lewis, 1983)。除了具有調解免疫反應外，這些細胞激素也會誘發骨骼肌異化代謝之提升 (Hotamsligil and Spiegelman, 1994) 及細胞表面蛋白質之變化(Carlos *et al.*, 1990)。因此，身體上每個細胞都有 TNF- α 及 IL-1 的受體，而神經細胞及脂肪細胞也會分泌這些細胞激素 (Hotamsligil and Spiegelman, 1994)。

(三) 共軛亞麻油酸對動脈硬化之影響

膽固醇以脂蛋白質(lipoproteins)或以游離膽固醇型式存在，部分與長鏈脂肪酸酯化成為膽固醇酯之型式存在。在多處組織中，膽固醇可由乙醯輔酶 A (acetyl-coA)合成，在體內以膽固醇或膽鹽的型式，由膽汁中排出。在病理上，膽固醇是動脈硬化(atherosclerosis)之主要因子；會造成腦血管、冠狀動脈及周邊血管性疾病。冠狀動脈硬化與血漿內低密度脂蛋白質膽固醇(low lipoprotein-cholesterol)及高密度脂蛋白質膽固醇(high lipoprotein-cholesterol)膽固醇高比例有關。

CLA 能緩和動脈硬化症之可能機制為減輕肝臟中致動脈硬化脂蛋白質-即 LDL 及極低密度脂蛋白質(very low density lipoprotein)之產生(Mcleod *et al.*, 2004)。一般在動物試驗所用之 CLA 包含 *cis*-9, *trans*-11 CLA 及 *trans*-10, *cis*-12 CLA 兩種異構物，可能對動脈硬化有具體之影響。

Lee *et al.* (1994)發現，餵飼兔子高脂飼糧(含 14% 脂肪)時，飼糧中每日添加 0.5 公克 CLA，與對照組未添加 CLA 者相較結果發現，餵飼兔子 CLA，試驗經 12 天後，結果發現血中總膽固醇、LDL 及三酸甘油酯含量較低；試驗持續經 22 天後，發現餵飼 CLA 兔子，與對照組者相較，顯著地降低動脈硬化症產生之機率。Nicolosi *et al.* (1997)指出，餵飼倉鼠含 CLA 0、0.06、0.11 或 1.1% CLA 飼糧，分別於 4、8 及 11 週後犧牲及採血，結果發現餵飼 CLA 倉鼠血漿中，

三酸甘油酯及總膽固醇顯著地降低。因此，認為餵飼 CLA，可降低倉鼠早期動脈硬化之產生。

(四) 共軛亞麻油酸改變脂肪酸組成

動物試驗，包括小鼠(Park *et al.*, 1997; West *et al.*, 1998)、大鼠(Houseknecht *et al.*, 1998; Sisk *et al.*, 1998)及豬隻(Dugan *et al.*, 1997; Cook *et al.*, 1998)，證明 CLA 具有改變身體組織脂肪的功能，最近都已獲證實。

飼糧中添加 CLA 可以降低肥育豬之屠體脂肪(Dugan *et al.*, 1997; Thiel-Cooper *et al.*, 2001)及增加蛋白質之增生速率(Ostrowska *et al.*, 1999)，亦增加腹部飽和脂肪酸含量及堅實度(Eggert *et al.*, 1999)。林(2006)則發現，飼糧中添加 CLA 降低肥育後期豬隻平均背脂厚度增加之幅度，對較肥的肥育豬隻較明顯。

Park *et al.* (1999)在小鼠試驗中發現，飼糧中添加 CLA 並不會增加脂肪細胞分化，持續餵飼小鼠添加 CLA 之飼糧 4 週後，處理組小鼠比未添加 CLA 飼糧對照組小鼠，組織脂肪堆積有顯著減少；並且停止餵飼含 CLA 飼糧 8 週後，處理組小鼠較對照組小鼠，仍有顯著較低脂肪堆積。由此，可證明飼糧中添加 CLA 的確有減少體脂肪堆積之效果。

CLA 可以直接對脂肪細胞及骨骼肌細胞產生影響。脂肪細胞是

身體貯存脂肪的主要場所，骨骼肌細胞則是脂肪氧化的主要場所。另外，小鼠飼糧中添加 CLA 亦可提高骨骼肌中 β -氧化作用相關酶及肉鹼棕櫚醯基轉移酶(carnitine palmitoyltransferase)之活性，並可以增加體蛋白質生成(Park *et al.*, 1997)。Park *et al.* (1999)指出，*trans*-10, *cis*-12 CLA 降低小鼠體脂肪，增加體水分、體蛋白質及體灰分含量。

四、母豬繁殖性能

母豬生產力為豬場經營成功之關鍵。母豬生產力主要受到遺傳、管理、營養與環境因子的影響。台灣豬隻生產者受到土地、人工、環保、豬肉走私及自由貿易等問題影響，提高生產效率是減少壓力的主要方法。動物繁殖之目標，除了個體生存之外，也為物種之延續所必需。提昇母豬生產力，有必要先了解母豬繁殖生理變化，並改善母豬之飼養管理，才能運用有效的策略，達到改善母豬繁殖效率之目的。以下就以母豬繁殖生理變化及其飼養管理予以說明：

(一) 母豬繁殖之生理變化

母豬之繁殖能力能由每頭母豬所得仔豬之存活頭數得知，其對豬場之生產效率有重大的影響。各種動物的懷孕時間不同，在懷孕期內，生殖道因內分泌而發生變化。因此，則大致分別訂定馬 326 天、牛 283 天、羊 150 天、豬 114 天，來計算家畜的懷孕日程。

1. 卵巢之變化

家畜在懷孕初期，會有大量濾泡存在，但不久即行退化，此時濾泡數即減少或變小；於懷孕後期，卵巢不但變小，且無大濾泡，濾泡也會逐漸的變少。懷孕之後卵巢產生黃體，黃體可以分泌助孕素 (progesterone, P₄)，是維持懷孕所必需。P₄ 在懷孕期前三個月都會維持高濃度，在最後一週才會降下來 (Roberston and King, 1974)。

母豬於懷孕期間，血漿中動情素 (estrogen, E₂) 濃度，會出現短暫上升又下降的現象，從開始懷孕至懷孕第 70 天到分娩呈線性增加，到分娩時產生最大量 (Roberston and King, 1974)。懷孕前期及中期，血漿中黃體生長素 (Luteinizing Hormone, LH) 濃度維持恆定；直到懷孕期第 70-90 天，LH 濃度開始下降，並保持在很低的狀態 (Kraeling *et al.*, 1992)。因此，由上述可以得到懷孕期間必須要有高濃度的 P₄ 以抑制 LH 分泌，於懷孕後期，E₂ 會增強其抑制作用。

2. 子宮之變化

子宮位於體內的膀胱與直腸之間。子宮分為子宮角 (cornua uterina)、子宮體 (corpus uteri) 及子宮頸 (cervix uteri)。子宮是由一子宮體與二子宮角組成。各種家畜之子宮的形態有所不同。豬的子宮屬於雙分子宮角型 (uterus bicornis)，其特徵為子宮體較小，而具有兩個長型子宮角 (uterine horn)，則摺疊而屈曲，長度可達 4~5 呎，較適宜一胎多生。

子宮角為胎兒發育的地方，子宮頸內壁粘膜有杯狀細胞，用以分泌粘液，而子宮頸的功用則是防止外來物質直接侵入子宮。懷孕期間，子宮平滑肌細胞會隨胎兒之生長而顯著增大，細胞數及血液供應量也相對增加，且在每次懷孕後，子宮不再恢復原來的大小。子宮與其內膜之變化之目的，是在為了準備接收受精卵，直到生殖的成功。

(二)母豬飼養與管理

飼養母豬最適合的溫度為 7-25°C (Holmes and Close, 1977)。在高溫環境下，母豬體溫與呼吸頻率會增加(Lynch, 1977)。因此，在熱季時，保持懷孕及泌乳母豬舍涼爽，為很重要的事情。尤其在泌乳母豬與仔豬共處，保溫燈照射，都會使泌乳母豬舍中溫度過高，因而使母豬飼料攝食量過低，而降低泌乳量。因此，泌乳母豬舍的通風、隔熱及遮蔭，尤其重要。另外，滴水於母豬頸部或口鼻部吹風(McGlone *et al.*, 1988)，可提高母豬泌乳期的飼料採食量，提高泌乳量，對哺乳仔豬之生長發育有利。惟這些方法並非治本方法，且操作時要注意其細節。

初生仔豬的低臨界溫度高達 34°C (Curtis, 1970)，若出生保溫不足，則會造成仔豬體溫下降(Curtis and Rogler, 1970)及降低初乳攝取量(Le Dividich and Noblet, 1981)，導致仔豬饑餓、虛弱，甚至被母豬壓到而死亡。所以提供仔豬舒適之墊板與足夠的保溫，不僅可以減少

仔豬體熱的散失，對仔豬出生後存活、離乳前存活及減少死亡率有相當大的貢獻。

懷孕母豬其實除了維持外，懷孕(胎兒發育及胎盤)並不需要太多的營養分，故採限食，每日餵飼 2 公斤左右飼料便可。可依母豬體型，氣溫作適量調整；在懷孕後期因胎兒發育較快(Ullrey *et al.*, 1965; Noblet *et al.*, 1990)，可增加每日餵飼量至約 2.5 公斤。

泌乳母豬則因產乳而需要大量的營養分(Noblet and Etienne, 1986)，故採任飼；儘量保持泌乳母豬舍涼爽，少量多餐或加水與飼料混合(Genest and D'Allaire, 1995)及飼糧中添加脂肪(Schoenherr *et al.*, 1989)，增加母豬飼料採食量，使泌乳母豬發揮充分的泌乳。提高泌乳母豬飼料採食量，避免母豬過瘦，對母豬離乳後發情情況有改善之效果。

五、CLA 與母豬繁殖之關連性

目前，有關 CLA 對於動物繁殖影響之報告，仍相當缺乏。CLA 對動物繁殖方面之影響，應分為對親代及子代來做討論。在對母豬影響方面，研究皆發現，分娩前 7 天至產後 7 天或仍持續至離乳，於母豬飼糧中添加 0.5% CLA，對母豬體重、母豬失重及每日飼料採食量，並無顯著影響。至於對仔豬影響方面，分娩前 7 天至產後 7 天或仍持

續至離乳，於母豬飼糧中添加 0.5% CLA，對增加仔豬出生重及仔豬離乳重有顯著提高；但對仔豬出生頭數(11.7 ± 0.3)、存活頭數(11.3 ± 0.3)及離乳窩仔數(9.6 ± 0.3)，則無顯著影響(Corino *et al.*, 2009)。此結果與其他研究並不一致。Poulos *et al.* (2004) 及 Bontempo *et al.* (2004)指出，飼予母豬 CLA 並無法促進仔豬生長。Patterson *et al.* (2007)發現，懷孕母豬飼糧中添加 2% CLA (85 天至分娩)，降低仔豬出生重。

在對母豬影響方面，母豬飼糧中添加 0.5% CLA，可增加血清甲狀腺素濃度。分娩前 7 天起持續對母豬餵飼 CLA 至離乳，較未添加 CLA 或持續對母豬餵飼 CLA 至產後 7 天者，分別提高母豬於產後 21 天時，血清甲狀腺素濃度 30 及 43%。於母豬飼糧中添加 CLA，對血清中胰島素、葡萄糖、非酯化脂肪酸(non-esterified fatty acid)、IGF-I 及 leptin，則無顯著影響。母豬飼糧中添加 0.5% CLA，可以提高初乳中 IgG、IgA 及 IgM 濃度。

在對仔豬影響方面，於母豬飼糧中添加 0.5% CLA，可增加仔豬血清中 IgG 之濃度；於母豬產後 13 天餵飼含 CLA 之飼糧，或持續至離乳，亦可以增加仔豬血清 IgA 及 IgM 濃度(Corino *et al.*, 2009)。

由於甲狀腺素具有較多代謝功能，包含刺激氧消耗量、乳腺蛋白質合成和增加乳量(Tucker, 1985; Cabell and Esbenshade, 1990)，故甲

狀腺素對刺激泌乳母豬之乳腺及體內、體外生長(Tucker, 1981)，仍相當重要。

對於 CLA 提高 IgG、IgA 及減少 IgE 合成的機制，現今仍相當不明朗。但 Yang and Cook (2003)指出，在小鼠，CLA 具有產生 IL、提高 IL-2 和減少 IL-4 的影響，表示介白激素和同型專一淋巴球(isotype-specific lymphokines)，同是調節 Ig 合成扮演重要的角色。Coffman *et al.* (1986)和 Pene *et al.* (1988)亦指出，IL-4 在大鼠和人類體內可以控制 IgE 合成。另外，Kawano and Noma (1996)同樣指出，IL-2 可以增加產生 IgG、IgA 和 IgM 濃度，故在動物與人類表現上，IL-2、IL-4 顯示其有可能扮演生長 B-cell 及表現分化作用的角色(Itoh *et al.*, 1994)。因此，從上述文獻推測出，CLA 可能藉由控制 IL-2 和 IL-4 的產生，提高合成 IgG、IgA 和 IgM 濃度及減少合成 IgE 濃度。

豬乳中含約 2% CLA，要比反芻動物者低，主要原因為單胃動物腸道內並沒有順式轉換成反式酵素存在。縱然如此，豬乳中 CLA，被仔豬攝取後，仍對仔豬造成一定影響。Bee (2000)指出在懷孕和泌乳期母豬飼糧中添加不同濃度 CLA，發現 CLA 在初乳轉移率大約 53% 至 63%；在常乳轉移率約 55% 至 69%。CLA 透過母乳進入仔豬體內，可能亦會影響仔豬之生長及免疫，詳細情況，仍待進一步研究。

肆、材料與方法

一、試驗步驟

1. 試驗設計

本試驗於商業豬場(苗栗縣竹南鎮，林順吉豬場)進行，開始時間為 2006 年 9 月 1 日至 2007 年 4 月 25 日結束。30 頭藍瑞斯母豬(L)，12 頭雜交母豬(L×Y)配上杜洛克公豬(D)及 8 頭台灣黑母豬(D×T)配上台灣黑公豬(D×T)後，於產前 30 天逢機分配至兩處理組，每處理各 25 頭母豬，分別飼予以玉米-大豆粕為主配成含不同脂肪之懷孕母豬飼糧，至母豬分娩時結束。分娩後全部母豬皆飼予相同的泌乳期母豬商業飼料，至分娩後第 21 日結束。

2. 試驗飼糧

試驗飼糧為以玉米-大豆粕為主配成之懷孕母豬飼糧，如表 2 所示。分別於餵飼時將懷孕母豬飼糧以 98:2 之比例混入大豆油(福壽公司，臺灣台中)或 CLA(麗豐公司，臺灣台南)。大豆油及 CLA 之脂肪酸組成，如表 3 所示。

3. 試驗動物管理及採樣

試驗期間母豬個別飼養於懷孕母豬欄內，每日餵飼兩次，分別為上午 6:30 及下午 3:30；並充分供應乾淨飲水。每日餵飼 2 公斤試驗

表 2、基礎飼糧成分(%)

Table 2. Basal diet composition (%)

| 原料 Ingredients | % |
|------------------------------------|--------|
| 黃玉米 Yellow corn | 77.70 |
| 大豆粕 Soybean meal (43.8% 蛋白質) | 14.00 |
| 麩皮 Wheat bran | 5.00 |
| 磷酸氫鈣 Dicalcium phosphate | 1.15 |
| 石灰石粉 Limestone | 1.55 |
| 食鹽 Salt | 0.40 |
| 維生素預混劑 Vitamin premix ^a | 0.10 |
| 礦物質預混劑 Mineral premix ^b | 0.10 |
| 合計 Total | 100.00 |
| 計算值 Calculated value | |
| 粗蛋白質, Crude protein, % | 13.15 |
| 代謝能, 仟卡/公斤 ME, Kcal/kg | 3197 |
| 鈣, Ca, % | 0.83 |
| 磷, P, % | 0.65 |
| 分析值 Analyzed values | |
| 粗蛋白質, % Crude protein, % | 12.55 |

^a每公斤飼糧添加：維生素 A, 12,000 IU；維生素 D₃, 2,400 IU；維生素 E, 25 IU；維生素 K₃, 2 mg；維生素 B₁, 2 mg；維生素 B₂, 6 mg；維生素 B₆, 2 mg；維生素 B₁₂, 0.02 mg；菸鹼酸, 25 mg；泛酸鹽, 15 mg；葉酸鹽, 1 mg；生物素, 0.12 mg；抗氧化劑, 5 mg。

^a Provide per kilogram diet: vitamin A, 12,000 IU; vitamin D₃, 2,400 IU; vitamin E, 25 IU; vitamin K₃, 2 mg; vitamin B₁, 2 mg; vitamin B₂, 6 mg; vitamin B₆, 2 mg; vitamin B₁₂, 0.02 mg; niacin, 25 mg; pantothenate, 15 mg; folate, 1 mg; biotin, 0.12 mg; antioxidant, 5 mg。

^b每公斤飼糧添加：鐵, 120 mg；鋅, 100 mg；錳, 50 mg；銅, 30 mg；硒, 0.3 mg；鈷, 0.3 mg；鉻, 0.2mg；碘, 0.4 mg。

^b Provide per kilogram diet: Fe, 120 mg; Zn, 100 mg; Mn, 50 mg; Cu, 30 mg; Se, 0.3 mg; Co, 0.3 mg; Cr, 0.2 mg; I, 0.4 mg。

表 3、試驗用油脂肪酸組成

Table 3. Fatty acid composition of experimental fat

| 項目 Item | | 大豆油 Soybean oil | 共軛亞麻油酸 CLA |
|-------------------------------|----------------|--------------------|---------------|
| 脂肪酸，％ Fatty acid, % | | | |
| 肉豆蔻酸 Myristic | C14:0 | 0.15 | - |
| 棕櫚酸 Palmitic | C16:0 | 11.97 | 4.70 |
| 硬脂酸 Stearic | C18:0 | 4.72 | 2.20 |
| 油酸 Oleic | C18:1 | 22.28 | 10.00 |
| 亞麻油酸 Linoleic | C18:2 9c | 54.28 | 1.80 |
| 共軛亞麻油酸 Conjugated linoleic | | | |
| | C18:2 9c, 11t | - | 38.20 |
| | C18:2 10t, 12c | - | 38.40 |
| Other CLA Isomers (t, t) | | - | 4.00 |
| 次亞麻油酸 Linolenic | C18:3 | 6.59 | - |
| Total | | 100.00 | 100.00 |

飼糧，至產前 14 日增加為每日 2.4 公斤。並於產前一週將母豬移至分娩舍夾欄中待產。

在泌乳階段，則所有母豬皆飼予相同的商用泌乳母豬飼料，採任食，以滿足母豬之需求，飲水亦充分供應。仔豬於哺乳期間並不提供教槽料。有下痢、呼吸道疾病則給予治療。

每處理組選 5 頭母豬，(分別為第 1 頭飼予 CLA 和第 2 頭飼予大豆油、第 11 頭飼予 CLA 和第 12 頭飼予大豆油、第 21 頭飼予 CLA 和第 22 頭飼予大豆油、第 31 頭飼予 CLA 和第 32 頭飼予大豆油、第 41 頭飼予 CLA 和第 42 頭飼予大豆油)，於懷孕第 110 天餵飼後(下午 4:00)時頸靜脈抽血，收集血液(約 20 mL)，加入抗凝血劑(肝素)，離心製成血漿，冷凍保存。而同樣的 10 頭母豬，分娩時，肌肉注射 1 mL 催產素(永信公司，臺灣台中)，以人工助產方式，控制分娩時間在三小時內完成。以手指榨取有功能的乳頭之初乳約 20-30 mL，並於泌乳後第 7 天時，於母豬耳靜脈注射 1 mL 催產素(永信公司，臺灣台中)，以相同方法取得常乳約 20 mL，所得之樣品於-20°C 保存。

母豬分娩時，記錄出生窩仔數、出生窩活仔數、仔豬出生重及死胎數。分娩後 21 日離乳時，記錄離乳窩仔數、離乳窩仔重及仔豬離乳體重，並計算出生後三天內及離乳前存活率。哺乳階段每日記錄仔豬下痢及死亡情況。而仔豬於出生後秤重、剪針齒、施打 2 mL 新

鐵血旺注射液 10 % (永信公司, 臺灣台中)、剪尾並編號(左耳為母豬順序代碼, 右耳為小豬編號)。

二、 樣品分析

1. 母乳成分

母豬粗蛋白質以 Kjeldahl 法經濃硫酸分解後, 再以凱氏氮蒸餾裝置(kjeltec system-1002, Foss Tector)蒸餾, 滴定後, 測定樣品含氮量, 進而推算母乳粗蛋白質含量($N\% \times 6.38$)(AOAC, 1984)。脂肪以 Babcock 法, 利用濃硫酸分解無脂乳固型物, 再以雙腳規讀出脂肪柱所佔的刻度, 即為其脂肪含量。

2. 血液成分

血漿中總游離脂肪酸是利用異丙醇(isopropyl alcohol)及庚烷(heptane)萃取血漿中脂肪酸, 以四丁基氫氧化銨(tetrabutylammonium hydroxide)滴定脂肪酸。使用瑞香酚酞(thmolphthalein)作為滴定終點之指示劑(Ko and Royer, 1967)。血漿中葡萄糖及尿素氮分別利用葡萄糖分析套件(GLU-0056, 弘屹科技, 臺灣台中)及尿素氮分析套件(BUN-0156, 弘屹科技, 臺灣台中)以乾式血液分析儀(DT60 II System, Vitros Chemistry System, Ortho-Clinical Diagnostics, USA)測定之。

三、 統計分析

試驗以母豬為試驗單位，所得繁殖性能、血液、初乳及常乳之數據，以最小平方平均值(least squares means)表示之。利用統計分析系統(Statistical Analysis System; SAS, 2000)套裝軟體，以一般線性模式程序(General Linear Model Procedure, GLM)進行統計分析。如處理效應顯著($P < 0.05$)，則以最小平方平均值法，測定兩處理組間之差異。

伍、結果

一、窩仔性能

懷孕母豬飼糧中 CLA 對窩仔性狀之影響如表 4 所示。懷孕母豬飼糧中 CLA 可提高出生窩仔數及出生窩仔重($P < 0.10$)。懷孕母豬飼糧中 CLA 對離乳窩仔重、仔豬平均出生重、仔豬平均離乳重、仔豬每日增重、出生活仔數、死胎數、死胎率、離乳窩仔數及出生後三天內及離乳前存活率，無顯著影響。

二、初乳及母乳成分

懷孕母豬飼糧中 CLA 對初乳及母乳組成之影響如表 5 所示。懷孕母豬飼糧中 CLA 對初乳及母乳粗蛋白質、脂肪及乾物質含量，無顯著影響。

三、初乳及母乳脂肪酸組成

懷孕母豬飼糧中 CLA 對初乳脂肪酸組成之影響如表 6 所示。懷孕母豬飼糧中 CLA，提高初乳中 C14:0 ($P < 0.01$)及 C16:0 ($P < 0.05$)脂肪酸含量。懷孕母豬飼糧中 CLA，降低初乳中 C16:1 ($P < 0.05$)、C18:2 ($P < 0.05$)及 C18:3 ($P < 0.01$)脂肪酸含量。懷孕母豬飼糧中

CLA 對初乳中 C18:0 及 C18:1 脂肪酸含量，無顯著影響。懷孕母豬飼糧中 CLA 對常乳脂肪酸組成之影響如表 7 所示。懷孕母豬飼糧中 CLA 對常乳中 C14:0、C16:0、C16:1、C18:1、C18:0、C18:2 及 C18:3 脂肪酸含量，無顯著影響。

四、血漿組成

懷孕母豬飼糧中 CLA 對血漿組成之影響如表 8 所示。懷孕母豬飼糧中 CLA 對血漿中葡萄糖、尿素氮及非酯化脂肪酸含量，無顯著影響。

五、血漿脂肪酸組成

懷孕母豬飼糧中 CLA 對血漿脂肪酸組成之影響如表 9 所示。懷孕母豬飼糧中 CLA，提高血漿中 C16:0 ($P < 0.01$) 脂肪酸含量。懷孕母豬飼糧中 CLA，降低血漿中 C16:1 ($P < 0.01$)、C18:0 ($P < 0.05$) 及 C18:2 ($P < 0.10$) 脂肪酸含量。懷孕母豬飼糧中 CLA 對血漿中 C14:0、C18:1 及 C18:3 脂肪酸含量，無顯著影響。

表 4、懷孕母豬飼糧中共軛亞麻油酸對窩仔性狀之影響

Table 4. Effect of CLA in gestating diet on litter performance of sows

| 處 理 Treatment | 大豆油 Soybean oil | 共軛亞麻油酸 CLA | 機差 SEM | P 值 P-value |
|---|--------------------|---------------|-----------|----------------|
| 試驗窩數 No. of litters | 25 | 25 | ----- | ----- |
| 出生窩仔重, 公斤 Litter weight at birth, kg | 14.43 | 15.54 | 0.45 | <0.10 |
| 離乳窩仔重, 公斤 Litter weight at weaning, kg | 36.92 | 38.31 | 2.52 | 0.70 |
| 仔豬平均出生重, 公斤 Avg pig birth weight, kg | 1.37 | 1.37 | 0.04 | 0.96 |
| 仔豬平均離乳重, 公斤 Avg pig weight at weaning, kg | 4.88 | 4.81 | 0.20 | 0.81 |
| 仔豬每日增重, 公克 Avg pig daily gain, g | 166.88 | 164.00 | 8.80 | 0.82 |
| 出生仔數/窩 No. of pigs born/litter | 11.44 | 12.60 | 0.45 | <0.10 |
| 出生活仔數/窩 No. of pigs born alive/litter | 10.56 | 11.44 | 0.41 | 0.14 |
| 死產數/窩 No. of stillborn/litter | 0.88 | 1.16 | 0.27 | 0.46 |
| 死胎率, % stillborn, % | 7.24 | 9.07 | 1.96 | 0.52 |
| 離乳窩仔數 Litter size at weaning | 7.60 | 7.96 | 0.45 | 0.58 |
| 出生後三天內存活率, % Piglet survival within 3 d, % | 84.96 | 84.76 | 3.51 | 0.97 |
| 離乳前存活率, % Piglet survival at weaning, % | 73.49 | 72.10 | 4.06 | 0.81 |

表 5、懷孕母豬飼糧中共軛亞麻油酸對初乳及母乳組成之影響

Table 5. Effect of CLA in gestating diet on colostrum and milk composition in sows

| 處 理 Treatment | 大豆油 Soybean oil | 共軛亞麻油酸 CLA | 機差 SEM | P 值 P-value |
|----------------------------|--------------------|---------------|-----------|----------------|
| 初 乳 Colostrum | | | | |
| 脂肪，% Fat, % | 5.20 | 5.40 | 0.603 | 0.822 |
| 粗蛋白質，% Crude protein, % | 12.95 | 14.25 | 1.012 | 0.394 |
| 乾物質，% Dry matter, % | 22.93 | 22.81 | 1.325 | 0.905 |
| 母 乳 Milk | | | | |
| 脂肪，% Fat, % | 7.68 | 5.94 | 0.910 | 0.213 |
| 粗蛋白質，% Crude protein, % | 5.68 | 6.10 | 0.383 | 0.457 |
| 乾物質，% Dry matter, % | 18.39 | 19.05 | 0.880 | 0.610 |

表 6、懷孕母豬飼糧中共軛亞麻油酸對初乳脂肪酸組成之影響

Table 6. Effect of CLA in gestating diet on colostrum fatty acid composition in sows

| 項目 Item | 大豆油 Soybean oil | 共軛亞麻油酸 CLA | 機差 SEM | P 值 P-value |
|------------|--------------------|---------------|-----------|----------------|
| C14:0 | 1.70 | 2.05 | 0.06 | 0.004 |
| C16:0 | 24.26 | 30.64 | 1.62 | 0.024 |
| C16:1 | 2.58 | 1.24 | 0.33 | 0.022 |
| C18:0 | 12.27 | 17.45 | 2.47 | 0.176 |
| C18:1 | 23.28 | 21.47 | 2.75 | 0.654 |
| C18:2 | 33.56 | 25.82 | 1.73 | 0.013 |
| C18:3 | 2.35 | 1.33 | 0.14 | 0.001 |

表 7、懷孕母豬飼糧中共軛亞麻油酸對母乳脂肪酸組成之影響

Table 7. Effect of CLA in gestating diet on milk fatty acid composition in sows

| 項目 Item | 大豆油 Soybean oil | 共軛亞麻油酸 CLA | 機差 SEM | P 值 P-value |
|------------|--------------------|---------------|-----------|----------------|
| C14:0 | 3.04 | 3.57 | 0.20 | 0.102 |
| C16:0 | 33.13 | 33.07 | 1.01 | 0.974 |
| C16:1 | 9.40 | 10.86 | 0.64 | 0.146 |
| C18:0 | 12.58 | 10.32 | 0.77 | 0.070 |
| C18:1 | 25.57 | 26.44 | 1.68 | 0.721 |
| C18:2 | 15.37 | 14.80 | 0.51 | 0.455 |
| C18:3 | 0.91 | 0.93 | 0.07 | 0.828 |

表 8、懷孕母豬飼糧中共軛亞麻油酸對血漿組成之影響

Table 8. Effect of CLA in gestating diet on plasma composition in sows

| 處 理 Treatment | 大豆油 Soybean oil | 共軛亞麻油酸 CLA | 機差 SEM | P 值 P-value |
|---|--------------------|---------------|-----------|----------------|
| 葡萄糖，mg/dL Glucose, mg/dL | 84.00 | 83.30 | 3.10 | 0.88 |
| 尿素氮，mg/dL Urea nitrogen, mg/dL | 10.10 | 8.90 | 1.30 | 0.53 |
| 非酯化脂肪酸，mmol/L Non-esterified fatty acid, mmol/L | 1.37 | 1.34 | 0.21 | 0.92 |

表 9、懷孕母豬飼糧中共軛亞麻油酸對血漿脂肪酸組成之影響

Table 9. Effect of CLA in gestating diet on plasma fatty acid composition in sows

| 項目 Item | 大豆油 Soybean oil | 共軛亞麻油酸 CLA | 機差 SEM | P 值 P-value |
|------------|--------------------|---------------|-----------|----------------|
| C14:0 | 2.75 | 3.13 | 0.46 | 0.5676 |
| C16:0 | 45.92 | 51.26 | 0.53 | <0.0001 |
| C16:1 | 1.74 | 1.16 | 0.10 | 0.0040 |
| C18:0 | 36.60 | 33.38 | 0.80 | 0.0217 |
| C18:1 | 3.88 | 3.43 | 0.48 | 0.5243 |
| C18:2 | 8.36 | 6.78 | 0.59 | 0.0976 |
| C18:3 | 0.76 | 0.85 | 0.11 | 0.5710 |

陸、討論

一、窩仔性能

懷孕後期母豬飼糧中添加 CLA 對離乳窩仔重、仔豬平均出生重、仔豬平均離乳重、仔豬每日增重、出生活仔數、死胎數、死胎率、離乳窩仔數及出生後三天內及離乳前存活率並無顯著之影響，但可提高出生窩仔數(12.60 vs. 11.44 頭)及出生窩仔重(15.54 vs. 14.43 公斤)。

本研究於懷孕母豬後期(產前 30 天開始)飼糧中添加 2% CLA，而 Park *et al.* (2005)則於母豬飼糧中於懷孕期及泌乳期，分別添加 1.5% 或 2.5% CLA，則降低仔豬出生重量及離乳重量，但對窩仔數並沒有顯著影響。筆者推論造成此種結論差異的變因在於，飼糧中添加 CLA 等級濃度有所差異，另外餵飼時間長短及頻率也分別造成不同程度的影響。

Bontempo *et al.* (2004)指出，母豬飼糧中添加 CLA 同分異構物，並沒有影響母豬的繁殖性狀及仔豬生長。Poulos *et al.* (2004)發現，懷孕期第 40 至 70 天，母豬飼糧中添加 CLA 同分異構物，並不影響仔豬離乳重及仔豬出生重。Corino *et al.* (2009)指出，分娩前 7 天至產後 7 天或仍持續至離乳，於母豬飼糧中添加 0.5% CLA，可增

加仔豬出生重及仔豬離乳重。本實驗則發現於懷孕第 84 天母豬飼糧中添加 CLA 提高出生窩仔數及出生窩重。

本實驗於懷孕後期母豬飼糧中添加 2% CLA 可以提高仔豬出生數。但並未因此而使死胎數、死胎率、出生後三天內及離乳前存活率造成之影響。

二、初乳及母乳成分

懷孕母豬飼糧中添加 CLA 對初乳及母乳粗蛋白質、脂肪及乾物質含量，並無影響。

Bee (2000)指出，在懷孕和泌乳期母豬飼糧中添加不同濃度 CLA，測得 CLA 在初乳中轉移率大約 53 至 63%；在常乳之轉移率約 55 至 69%。惟本試驗並未於泌乳期飼予母豬 CLA，而飼予相同的飼糧，故對初乳及母乳成分未造成影響之結果，應是可預期的。

三、初乳及母乳脂肪酸組成

Bontempo *et al.* (2004)指出，母豬飼糧中添加 CLA，對初乳有較高 CLA 同分異構物的比例。懷孕母豬飼糧中添加 CLA 對初乳脂肪酸組成比例，有明顯增加 SFA 脂肪酸含量與減少 MUFA 脂肪酸含量。此結果與 Bee (2000)及 Park *et al.* (2005)所得之結果相似。Bee

(2000)與 Park *et al.* (2005)指出，懷孕母豬飼糧中添加 CLA 對初乳脂肪酸組成，有效增加 SFA 脂肪酸含量與減少 MUFA 脂肪酸含量。

飼糧中添加 CLA，可以降低初乳中 C16:1 脂肪酸，可能降低 Δ^9 -去飽和酶活力。Bretillon *et al.* (1999)與 Lee *et al.* (1998)指出，飼糧中 CLA，可以抑制肝臟 Δ^9 -去飽和酶活力和基因表現。Park *et al.* (2005)與 Bontempo *et al.* (2004)指出，添加 CLA，可以降低初乳 C18:3 脂肪酸含量。此結果與本實驗發現相同。Bee (2000)指出，飼糧中添加 CLA，可以降低初乳及母乳中，C18:2 及 C20:4 脂肪酸。本試驗中懷孕母豬飼糧中 CLA 對常乳中脂肪酸組成並無影響之結果，應在於乃於產後第 7 日採常乳，而此時飼予相同飼糧已久；CLA 對常乳脂肪酸組成之影響應已消失。

四、血漿組成

懷孕母豬飼糧中添加 CLA 對血漿中葡萄糖及尿素氮，無顯著影響。Bontempo *et al.* (2004)指出，母豬飼糧中添加 CLA，對血液中胰島素及葡萄糖，並沒有影響。Ramsay *et al.* (2001)及 Ostrowska *et al.* (2002)指出，餵飼豬隻 CLA 對血清中胰島素及葡萄糖之濃度無顯著之影響。此結果與本實驗所得懷孕後期母豬飼糧中添加 CLA 對血液中葡萄糖，無顯著影響之結果一致。

血液中尿素氮濃度若升高，代表體內合成蛋白質較少，同時意味著其能降低蛋白質增生速率；反之，體內用做氧化產生能量之蛋白質較少，即表示有較高之蛋白質增生速率。因此，CLA 可能並不影響豬隻之蛋白質增生速率。

Corino *et al.* (2009)，指出於母豬飼糧中添加 CLA，對血清中胰島素、葡萄糖、NEFA、IGF-I 及 leptin，無顯著影響。Bontempo *et al.* (2004)指出，泌乳母豬飼糧中添加 CLA，對血液中 IGF-1 及 NEFA 濃度，並沒有影響。此結果與本實驗所得懷孕後期母豬飼糧中添加 CLA 對血漿中葡萄糖及 NEFA 含量，無顯著影響之結果一致。

惟在肥育豬，Ostrowska *et al.* (2002)發現，餵飼高脂或低脂飼糧時，添加 1% CLA 皆顯著地增加血漿中 NEFA 濃度，但血漿中葡萄糖及胰島素並沒有受影響。Sisk *et al.* (2001)指出，在小鼠飼糧中添加 0.5% CLA 至第 8 週，血漿中胰島素及 NEFA，並沒有影響。Yamasaki *et al.* (2000)及 Houseknecht *et al.* (1998)發現，於大鼠飼糧中添加 CLA 皆明顯地降低血清中 NEFA 濃度，造成此種結論的原因為，CLA 可能會促進 NEFA 被併入肌肉及肝臟中，導致血清中 NEFA 濃度降低。林(2006)亦發現，飼糧中添加 CLA，明顯地降低空腹時肥育豬血清 NEFA 濃度，而豬隻血清 NEFA 濃度會隨著 CLA 添加量增加而降低。

五、 血液脂肪酸組成

飼糧中添加脂肪酸，可以改變組織中的脂肪酸組成。飼糧中添加脂肪酸可以被動物貯存及利用於各種組織，餵飼不同脂肪酸，可以顯著改變豬隻脂肪組織、肌肉組織、肝臟中脂肪酸的組成及血液中脂肪酸組成(Otten *et al.*, 1993 ; Innis *et al.*, 1996 ; Farmer *et al.*, 2009)。本研究發現，懷孕後期母豬飼糧中添加 CLA，提高血漿中 C16:0 含量，降低 C16:1 含量。此結果可能與 CLA 降低 Δ^9 -去飽和酶活性有關。Bretillon *et al.* (1999)及 Lee *et al.* (1998)指出，飼糧中 CLA 降低肝臟中 Δ^9 -去飽和酶之活性及基因表現。飼糧中 CLA 提高血漿中 C16:0，降低 C16:1 之現象，與 CLA 對初乳中 C16:0 及 C16:1 之影響結果一致。

柒、結論

懷孕後期母豬飼糧中添加 2% CLA：

- 一、 因提高出生窩仔數而增加出生窩仔重。
- 二、 對初乳脂肪、粗蛋白質及乾物質含量則無影響。
- 三、 提高初乳中 C14:0 及 C16:0 脂肪酸含量及降低 C16:1、C18:2 及 C18:3 脂肪酸含量。
- 四、 對常乳中脂肪酸含量並無影響。
- 五、 對血漿中葡萄糖、尿素氮及非酯化脂肪酸則無顯著影響。
- 六、 提高血漿中 C16:0 脂肪酸含量及降低血漿中 C16:1、C18:0 及 C18:2 脂肪酸含量。

捌、參考文獻

- 林合明。2006。飼糧中共軛亞麻油酸對肥育後期豬隻生長性能及背脂厚度之影響。碩士論文。私立東海大學畜產與生物科技系研究所。台中。
- AOAC. 1984. Official Methods of Analysis. 14th ed. Assoc. Offic. Anal. Chem., Arlington, VA.
- Azain, M. J. 2003. Conjugated linoleic acid and its effects on animal products and health in single-stomached animals. *Proc. Nutr. Soc.* 62:319-328.
- Bartlett, J. C., and D. G. Chapman. 1961. Detection of hydrogenated fats in butter fat by measurement of cis-trans conjugated unsaturation. *Agric. Food. Chem.* 9: 50-53.
- Bauman, D. E., L. H. Baumgard, B. A. Corl, and J. M. Griinari. 1999. Biosynthesis of conjugated linoleic acid in ruminant. *Proc. Am. Soc. Anim. Sci.* pp:1-14.
- Bee, G. 2000. Dietary conjugated linoleic acids alter adipose tissue and milk lipids of pregnant and lactating sows. *J. Nutr.* 130:2292-2298.
- Belury, M. A., K. P. Nickel, C. E. Bird, and Y. Wu. 1996. Dietary conjugated linoleic acid modulation of phorbol ester skin tumor promotion. *Nutr. Cancer* 26:149-157.
- Bickerstaffe, R., and E. F. Annison. 1970. The desaturase activity of goat and sow mammary tissue. *Comp. Biochem. Physiol.* 35:653-665.
- Bontempo, V., D. Sciannimanico, G. Pastorelli, R. Rossi, F. Rosi, and C. Corino. 2004. Dietary conjugated linoleic acid positively affects immunologic variables in lactating sow and piglets. *J. Nutr.* 134:817-824.
- Bretillon, L., J. M. Chardigny, S. Gregoire, O. Berdeaux, and J. L. Sebedio. 1999. Effects of conjugated linoleic acid isomers on the hepatic microsomal desaturation activities in vitro. *Lipids* 34:965-969.

- Bulgarella, J. A., D. Patton, and A. W. Bull. 2001. Modulation of prostaglandin H synthase activity by conjugate linoleic acid (CLA) and specific CLA isomers. *Lipids* 36:407-412.
- Cabell, S. B., and K. L. Esbenshade. 1990. Effect of feeding thyrotropin-releasing hormone to lactating sows. *J. Anim. Sci.* 68:4292-4302.
- Carlos, T. M., B. R. Schwartz, N. L. Kovach, E. Yee, M. Rosso, L. Osborn, G. Chi-Rosso, B. Newman, R. Lobb, and J. M. Harlan. 1990. Vascular cell adhesion molecule-1 mediates lymphocyte adherence to cytokine-activated cultured human endothelial cells. *Blood* 76:965-970.
- Chin, S. F., W. Liu, J. M. Storkson, Y. L. Ha, and M.W. Pariza. 1992. Dietary sources of conjugated dienoic isomers of linoleic acid, a newly recognized class of anticarcinogens. *J. Food Comp. Anal.* 5:185-197.
- Chin, S. F., M. J. Storkson, J. K. Albright, E. M. Cook, and W. M. Pariza. 1994. Conjugated linoleic acid is a growth factor for rats as shown by enhanced weight gain and improved feed efficiency. *J. Nutr.* 124:2344-2349.
- Chouinard, P. Y., L. Corneau, M. D. Barbano, E. L. Metzger, and E. D. Bauman. 1999. Conjugated linoleic acids alter milk fatty acid composition and inhibit milk fat secretion in dairy cows. *J. Nutr.* 129:1579-1584.
- Coffman, R. L., J. Ohara, M. W. Bono, J. Carty, A. Zlotnik, and W. E. Paul. 1986. B cell stimulatory factor-1 enhances the IgE response of lipopolysaccharide-activated B cells. *J. Immunol.* 136:4538-4541.
- Cook, M. E., C. C. Miller, Y. Park, and M. Pariza. 1993. Immune modulation by altered nutrient metabolism: nutritional control of immune-induced growth depression. *Poult. Sci.* 72:1301-1305.
- Cook, M. E., D. L. Jerome, T. D. Crenshaw, D. R. Buege, M. W. Pariza, K. J. Albright, S. P. Schmidt, J. A. Scimeca, P. A. Lofgren, and E. J. Hentges. 1998. Feeding conjugated linoleic acid improves feed efficiency and reduces carcass fat in pigs. *FASEB J.* 12:A836 (Abstr.).
- Corino, C., G. Pastorelli, F. Rosi, V. Bontempo, and R. Rossi. 2009. Effect of dietary

conjugate linoleic acid supplementation in sows on performance and immunoglobulin concentration in piglets. Department of Veterinary Sciences and Technologies for Food Safety and Department of Animal Science, University of Milan. Via Celoria 10, 20133 Milan, Italy.

Corl, B. A., P. Y. Chouinard, D. E. Bauman, D. A. Dwyer, J. M. Griinari, and K. V. Nurmela. 1998. Conjugated linoleic acid in milk fat of dairy cows originates in part by endogenous synthesis from *trans*-11 octadecenoic acid. *J. Dairy. Sci.* 81 (Suppl. 1):233 (Abstr.).

Corl, B. A., S. H. Lacy, L. H. Baumgard, D. A. Dwyer, J. M. Griinari, B. S. Phillips, and D. E. Bauman. 1999. Examination of the importance of Δ^9 -desaturase and endogenous synthesis of CLA in lactating dairy cows. *J. Anim. Sci.* 77 (Suppl. 1):118 (Abstr.).

Curtis, S. E. 1970. Environmental-thermoregulatory interactions and neonatal pig survival. *J. Anim. Sci.* 31:576-587.

Curtis, S. E., and J. C. Rogler. 1970. Thermoregulatory ontogeny in piglets: sympathetic and adipokinetic responses to cold. *Am. J. Physiol.* 218(1):149-152.

Dawson, R. M. C., and P. Kemp. 1970. Biohydrogenation of dietary fats in ruminants. In: A. T. Phillipson. (Ed.) *Physiology of Digestion and Metabolism in the Ruminant*. pp:504-518. Oriel Press, Newcastle upon Tyne, U. K.

Dawson, R. M. C., N. Hemington, and G. P. Hazlewood. 1977. On the role of higher plant and microbial lipases in the ruminal hydrolysis of grass lipids. *Br. J. Nutr.* 38:225-232.

Dugan, M. E. R., J. L. Aalhus, A. L. Schaefer, and J. K. G. Kramer. 1997. The effect of conjugated linoleic acid on fat to lean repartitioning and feed conversion in pigs. *Can. J. Anim. Sci.* 77:723-725.

Eggert, J. M., M. A. Belury, A. Kempa-Steczko, and A. P. Schinckel. 1999. Effects of conjugated linoleic acid (CLA) on growth and composition of lean gilts. *J. Anim. Sci.* 77 (Suppl. 2):29 (Abstr.).

Eulitz, K., M. P. Yurawecz, N. Sehat, J. A. G. Roach, M. M. Mossoba, J. K. G. Kramer,

- R. O. Adlof, and Y. Ku. 1999. Preparation, separation, and confirmation of the eight geometrical cis/trans conjugated linoleic acid isomers 8,10- through 11,13-18:2. *Lipids*. 34:873-877.
- Farmer. C., and H. V. Petit. 2009. Effects of dietary supplementation with different forms of flax in late-gestation and lactation on fatty acid profiles in sows and their piglets. *J. Anim. Sci.* 87:1778-1786.
- Genest. M., and S. D'Allaire. 1995. Feeding strategies during lactation period for first-parity sows. *Can. J. Anim. Sci.* 75:461-467.
- Griinari, J. M., P. Y. Chouinard, and D. E. Bauman. 1997. Trans fatty acid hypothesis of milk fat depression revised. In: *Proc. Cornell Nutr. Conf.*, NY. pp:208-216.
- Griinari, J. M., and D. E. Bauman. 1999. Biosynthesis of conjugated linoleic acid and its incorporation into meat and milk in ruminant. In: M. P. Yurawecz, M. M. Mossoba, J. K. G. Kramer, M. W. Pariza, and G. J. Nelson. (Ed.) *Advances in Conjugated Linoleic Acid Research*. Vol. 1. pp:180-120.
- Ha, Y. L., N. K. Grimm, and M. W. Pariza. 1987. Anticarcinogens from fried ground beef: heat-altered derivatives of linoleic acid. *Carcinogenesis*. 8:1881-1887.
- Ha, Y. L., J. Storkson, and M. W. Pariza. 1990. Inhibition of benzo [a] pyrene-induced mouse forestomach neoplasia by conjugated dienoic derivatives of linoleic acid. *Cancer Res*. 50:1097-1101.
- Harfoot, C. G., and G. P. Hazlewood. 1988. Lipid metabolism in the rumen. In: P. N. Hobson (Ed.) *The Rumen Microbial Ecosystem*. pp: 285-322. Elsevier Applied Science Publishers, London.
- Hayek, M. G., S. N. Han, D. Wu, B. A. Watkins, M. Meydani, J. L. Dorsey, D. E. Smith, and S. N. Meydani. 1999. Dietary conjugated linoleic acid influences the immune response of young and old C57BL/bNCr1BR mice. *J. Nutr.* 129:32-38.
- Holman, R. T., and M. M. Mahfouz. 1980. Cis- and trans-octadecadienoic acid as precursors of polyunsaturated fatty acid. *Prog. Lipid Res.* 20:151-156.
- Holmes, C. W., and W. H. Close. 1977. The influence of climatic variables on energy

- metabolism and associated aspects of productivity in the pigs. In: Nutrition and the Climatic Environment, pp:51-73. Eds. W. Haresign, H. Swan and D. Lewis. Butterworth, London.
- Houseknecht, K. L., J. P. Vanden Heuvel, S. Y. Moya-Camarena, C. P. Portocarrero, L. W. Peck, K. P. Nickel, and M. A. Belury. 1998. Dietary conjugated linoleic acid normalizes impaired glucose tolerance in the Zucker diabetic fatty *fa/fa* rat. *Biochem. Biophys. Res. Commun.* 244:678-682.
- Hotamisligil, G. S., and B. M. Spiegelman. 1994. TNF α : a key component of obesity-diabetes link. *Diabetes* 43:1271-1278.
- Innis, S. M., R. Dyer, P. T. Quinlan, and D. Diersen-Schade. 1996. Dietary triacylglycerol structure and saturated fat alter plasma and tissue fatty acids in piglets. *Lipids.* 31:497-505.
- Ip, C., S. F. Chin, J. A. Scimeca, and M. W. Pariza. 1991. Mammary cancer prevention by conjugated dienoic derivatives of linoleic acid. *Cancer Res.* 51:6118-6124.
- Ip, C., M. Singh, H. J. Thompson, and J. A. Scimeca. 1994. Conjugated linoleic acid suppresses mammary carcinogenesis and proliferative activity of the mammary gland in the rat. *Cancer Res. (Oxf.)* 54:1212-1215.
- Ip, C., C. Jiang, H. J. Thompson, and J. A. Scimeca. 1997. Retention of conjugated linoleic acid in the mammary gland is associated with tumor inhibition during the post-initiation phase of carcinogenesis. *Carcinogenesis.* 18:755-759.
- Itoh, K., T. Inoue, K. Ito, and S. Hirohata. 1994. The interplay of interleukin-10 (IL-10) and interleukin-2 (IL-2) in humoral immune responses: IL-10 synergizes with IL-2 to enhance responses of human B lymphocytes in a mechanism which is different from upregulation of CD25 expression. *Cell Immunol.* 157:478-488.
- Jahreis, G., J. Fritsche, and H. Steinhart. 1997. Conjugated linoleic acid in milk fat: high variation depending on production system. *Nutr. Res.* 17:1479-1484.
- Jiang, J., L. Bjoerck, R. Fonden, and M. Emanuelson. 1996. Occurrence of conjugated

- cis-9, trans-11 octadecadienoic acid in bovine milk: effects of feed and dietary regimen. *J. Dairy. Sci.* 79:438-445.
- Kawano, Y., and T. Noma. 1996. Role of interleukin-2 and interferon-gamma in inducing production of IgG subclasses in lymphocytes of human newborns. *Immunol.* 88:40-48.
- Keeney, M. 1970. Lipid metabolism in the rumen. In: A. T. Phillipson. (Ed.) *Physiology of Digestion and Metabolism in the Ruminant.* pp:489-503. Oriel Press, Newcastle upon Tyne, U.K.
- Kelly, M. L., J. R. Berry, D. A. Dwyer, J. M. Griinari, P. Y. Chouinard, M. E. Van Amburgh, and D. E. Bauman. 1998. Dietary fatty acid sources affect conjugated linoleic acid concentrations in milk from lactating dairy cows. *J. Nutr.* 128:881-885.
- Kemp, P., and D. J. Lander. 1984. Hydrogenation *in vitro* of alpha-linolenic acid to stearic by mixed cultures of pure strains of rumen bacteria. *J. Gen. Microbiol.* 130:527-533.
- Kemp, P., D. J. Lander, and F. D. Gunstone. 1984. The hydrogenation of some *cis*- and *trans*-octadecenoic acids to stearic acid by a rumen *Fusocillus sp.* *Br. J. Nutr.* 52:165-170.
- Kepler, C. R., K. P. Hirons, J. J. McNeill, and S. B. Tove. 1966. Intermediates and products of the biohydrogenation of linoleic acid by *Butyrivibrio fibrisolvens*. *J. Biol. Chem.* 241:1350-1354.
- Kepler, C. R., and S. B. Tove. 1967. Biohydrogenation of unsaturated fatty acids: III. Purification and properties of a linoleate Δ^{12} -*cis*, Δ^{11} -*trans* isomerase from *Butyrivibrio fibrisolvens*. *J. Biol. Chem.* 242:5686-5692.
- Kepler, C. R., W. P. Tucker, and S. B. Tove. 1970. Biohydrogenation of unsaturated fatty acids: IV. Substrate specificity and inhibition of linoleate Δ^{12} -*cis*, Δ^{11} -*trans* isomerase from *Butyrivibrio fibrisolvens*. *J. Biol. Chem.* 245:3612-3620.
- Kinsella, J. E. 1972. Stearyl CoA as a precursor of oleic acid and glycerolipids in

- mammary microsomes from lactating bovine: possible regulatory step in milk triglyceride synthesis. *Lipids* 7:349-355.
- Ko, H., and M. E. Royer. 1967. A submicromolar assay for nonpolar acids in plasma and depot fat. *Anal. Biochem.* 20:205-214.
- Kraeling, R. R., C. R. Bard, and G. B. Rampacek. 1992. Prolactin and luteinizing hormone secretion in the pregnant pig. *J. Anim Sci.* 70:3521-3527.
- Lee, K. N., D. Krichevsky, and M. W. Pariza. 1994. Conjugated linoleic acid and atherosclerosis in rabbits. *Atherosclerosis.* 108:19-25.
- Lee, K. N., M. W. Pariza, and J. M. Ntambi. 1998. Conjugated linoleic acid decreases Hepatic stearyl-CoA desaturase mRNA expression. *Biochem. Biophys. Res. Commun.* 248:817-821.
- Le Dividich, J., and J. Noblet. 1981. Colostrum intake and thermoregulation in the neonatal pig in relation to environmental temperature. *Biol. Neonate* 40:167-174.
- Lewis, G. P. 1983. Immunoregulatory activity of metabolites of arachidonic acid and their role in inflammation. *Brit. Med. Bull.* 39:243-248.
- Liew, C., H. A. J. Schut, M. W. Pariza, and R. H. Dashwood. 1995. Protection of conjugated linoleic acids against 2-amino-3-methylimidazo [4, 5-*f*] quinoline-induced colon carcinogenesis in the F334 rat: a study of inhibitory mechanisms. *Carcinogenesis.* 16:3037-3043.
- Lin, H., T. D. Boylston, M. J. Chang, L. O. Luedecke, and T. D. Shultz. 1995. Survey of conjugated linoleic acid contents of dairy products. *J. Dairy Sci.* 81:3259-3267.
- Loor, J. J., and H. J. Herbein. 1998. Exogenous conjugated linoleic acid reduce bovine milk fat concentration and yield by inhibiting de novo for synthesis. *J. Nutr.* 128:2411-2419.
- Lynch, P. B. 1977. Effect of environmental temperature on lactating sows and their litters. *Irish. J. Agric. Res.* 16:123-130.
- Marshall, R. T. 1993. Standard methods for the examination of dairy products. 16th ed.

PP. 456-460. American Public Health Association. Washington, DC.USA.

McGlone, J., W. F. Stansbury, and L. F. Tribble. 1988. Management of lactating sows during heat stress: Effects of water drip, snout coolers, floor type and a high energy-density diet. *J. Anim. Sci.* 66:885-891.

McLeod, R. S., A. M. LeBlanc, M. A. Langille, P. L. Mitchell, and D. L. Currie. 2004. Conjugated linoleic acids, atherosclerosis, and hepatic very-low-density lipoprotein metabolism. *Am. J. Clin. Nutr.* 79 (Suppl.):1169S-1174S.

Noblet, J., and M. Etienne. 1986. Effect of energy level in lactating sows on yield and composition of milk and nutrient balance of piglets. *J. Anim. Sci.* 63:1888-1896.

Noblet, J., J. Y. Dourmad, and M. Etienne. 1990. Energy metabolism of the newborn pig during the first 24 h of life. *Biol. Neonate* 40:175-182.

Nicolosi, R. J., E. J. Rogers, D. Kritchevsky, J. A. Scimeca, and P. J. Huth. 1997. Dietary conjugated linoleic acid reduces plasma lipoproteins and early aortic atherosclerosis in hypercholesterolemic hamsters. *Artery.* 22:266-277.

Ostrowska, E., M. Muralitharan, R. F. Cross, D. E. Bauman, and F. R. Dunshea. 1999. Dietary conjugated linoleic acids increase lean tissue and decrease fat deposition in growing pigs. *J. Nutr.* 129:2037-2042.

Ostrowska, E., R. F. Cross, M. Muralitharan, D. E. Bauman, and F. R. Dunshea. 2002. Effects of dietary fat and conjugated linoleic acid on plasma metabolite concentrations and metabolic responses to homeostatic signals in pigs. *Brit. J. Nutr.* 88:625-634.

Otten, W., C. Wirth, P. A. Iaizzo, and H. M. Eichinger. 1993. A high omega 3 fatty acid diet alters fatty acid composition of heart, liver, kidney, adipose tissue and skeletal muscle in swine. *Ann. Nutr. Metab.* 37:134-41.

Pariza, M. W., L. J. Loretz, J. M. Storkson, and N. C. Holland. 1983. Mutagens and modulator of mutagenesis in fried ground beef. *Cancer Res.* 43:2444S-2446S.

Pariza, M. W., Y. Park, and M. E. Cook. 2001. The biologically active isomers of conjugated linoleic acid. *Prog. Lipid Res.* 40:283-298.

- Park, Y., K. J. Albright, J. M. Storkson, M. E. Cook, and M.W. Pariza. 1997. Effect of conjugated linoleic acid on body composition in mice. *Lipids* 32:853-858.
- Park, Y., J. M. Storkson, W. Liu, J. M. Albright, W. Liu, and M. W. Pariza. 1999. Evidence that the trans-10, cis-12 isomer of conjugated linoleic acid induces body composition changes in mice. *Lipids*. 34:235-241.
- Park, J. C. Y. H. Kim, H. J. Jung, H. K. Moon, O. S. Kwon, and B. D. Lee. 2005. Effects of dietary supplementation of conjugated linoleic acid (CLA) on piglets' growth and reproductive performance in sows. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* 18:249-254.
- Patterson, R., M. L. Connor, and C. M. Nyachoti. 2007. Effects of conjugated linoleic acid (CLA) on sow reproductive performance. *J. Anim. Sci.* 85(Suppl. 1):50. (Abstr.)
- Pene J., F. Rousset, F. Briere, I. Chretien, J. Wideman, J. Y. Bonnefoy, and J. E. De Vries. 1988. Interleukin 5 enhances Interleukin 4 induced IgE production by normal human B cells. The role of soluble CD23 antigen. *Eur. J. Immunol.* 18:929-935.
- Pollard, M. R., F. D. Gunstone, A. T. James, and L. J. Morris. 1980. Desaturation of positional and geometric isomers of monoenic fatty acids by microsomal preparations from rat liver. *Lipids* 15:306-314.
- Poulos, S. P., M. J. Azain, and G. J. Hausman. 2004. Conjugated linoleic acid (CLA) during gestation and lactation does not alter sow performance on body weight gain and adiposity in progeny. *Anim. Res.* 53:275-288.
- Precht, D., and J. Molkenin. 1997. Effect of feeding on conjugated *cis*- Δ 9, *trans*- Δ 11 octadecadienoic acid and other isomers of linoleic acid in bovine milk fats. *Die Nahrung* 41:330-335.
- Ramsay, T. G., C. M. Enoch-Clover, N. C. Steele, and M. J. Azain. 2001. Dietary conjugated linoleic acid alters fatty acid composition of pig skeletal muscle and fat. *J. Anim. Sci.* 79:2152-2161.

- Roberston, H. A., and G. J. King. 1974. Plasma concentrations of progesterone, estrone, estradiol-17 β and estrone sulphate in the pig at implantation, during pregnancy and at parturition. *J. Reprod. Fert.* 40:133-141.
- SAS. 2000. SAS Users Guide: Statistics, SAS Inst., Inc., Cary, NC.
- Schoenherr, W. D., T. S. Stahly, and G. L. Cromwell. 1989. The effects of dietary fat or fiber addition on yield and composition of milk from sows housed in a warm or hot environment. *J. Anim. Sci.* 67:482-495.
- Schonberg, S., and H. E. Krokan. 1995. The inhibitory effect of conjugated dienoic derivatives (CLA) of linoleic acid on the growth of human tumor cell lines is in part due to increased lipid peroxidation. *Anticancer Res.* 15:1241-1246.
- Shultz, T. D., B. P. Chew, W. R. Seaman, and L. O. Luedecke. 1992. Inhibitory effect of conjugated dienoic derivatives of linoleic acid and β -carotene on the *in vitro* growth of human cancer cells. *Cancer Lett.* 63:125-133.
- Singh, S., and J. C. Hawke. 1979. The *in vitro* lipolysis and biohydrogenation of monogalactosyldiglycerides by whole rumen contents and its fractions. *J. Sci. Food. Agric.* 30:603-612.
- Sisk, M., M. J. Azain, D. B. Hausman, and D. E. Jewell. 1998. Effect of conjugated linoleic acid on fat pad weights and cellularity in Sprague-Dawley and Zucker rats. *FASEB J.* 12:536.
- Sisk, M. B., D. B. Hausman, R. J. Matin, and J. M. Azain. 2001. Dietary conjugated linoleic acid reduces adiposity in lean but not obese Zucker rats. *J. Nutr.* 131:1668-1674.
- Sugano, M., A. Tadjita, M. Yamasaki, M. Noguchi, and K. Yamada. 1998. Conjugated linoleic acid modulates tissue levels of chemical mediators and immunoglobulins in rats. *Lipids* 33:521-527.
- Sukhija, P. S., and D. L. Palmquist. 1988. Rapid method for determination of total fatty acid content and composition of feed stuffs and feces. *J. Agric. Food. Chem.* 36:1202-1206.
- Tanaka, K., and K. Shigeno. 1976. The biohydrogenation of linoleic acid by rumen

- micro-organisms. Jpn. J. Zootech. Sci. 47:50-53.
- Thiel-Cooper, R. L., F. C. Farrish, J. C. Sparks, B. R. Wiegand, and R. C. Ewan. 2001. Conjugated linoleic acid changes swine performance and carcass composition. J. Anim. Sci. 79:1821-1828.
- Tucker, H. A. 1981. Physiological control of mammary growth, lactogenesis, and lactation. J. Dairy. Sci. 64:1403-1421.
- Tucker, H. A. 1985. Endocrine and neural control of the mammary gland. Pages 39-79 in Lactation. B. L. Larson, ed. The Iowa State Univ. Press, Ames.
- Turek, J. J., Y. Li, I. A. Schoenlein, K. G. D. Allen, and B. A. Watkins. 1998. Modulation of macrophage cytokine production by conjugated linoleic acids is influenced by the dietary n-6:n-3 fatty acid ratio. J. Nutr. Biochem. 9:258-266.
- Ullrey, D. E., J. I. Sprague, D. E. Becker, and E. R. Miller. 1965. Growth of the swine fetus. J. Anim. Sci. 24:711-717.
- West, D. B., J. P. Delany, P. M. Camet, F. Blohm, A. A. Truett, and J. Scimeca. 1998. Effects of conjugated linoleic acid on body fat and energy metabolism in the mouse. Am. J. Physiol. 275:667-672.
- Whigham, L. D., A. Higbee, D. E. Bjorling, Y. Park, M. W. Pariza, and M. E. Cook. 2002. Decreased antigen-induced eicosanoid release in conjugated linoleic acid-fed guinea pigs. Am. J. Physiol. 282:R1104-R1112.
- Yamasaki, M., K. Mansho, H. Mishima, G. Jimura, M. Sasaki, M. Kasai, H. Tachibana, and K. Yamada. 2000. Effect of dietary conjugated linoleic acid on lipid peroxidation and histological change in rat liver tissue. J. Agric. Food Chem. 48:6367-6371.
- Yang, M., and M. E. Cook. 2003. Dietary conjugated linoleic acid decreased cachexia, macrophage tumor necrosis factor-alpha production, and modifies splenocyte cytokines production. Exp. Biol. Med. 228:51-58.
- Yokoyama, M. T., and C. L. Davis. 1971. Hydrogenation of unsaturated fatty acids by *Treponema (Borrelia)* strain B₂₅, a rumen spirochete. J. Bacteriol. 107:519-527.

Zu, H-X., and H. A. J. Schut. 1992. Inhibition of 2-amino-3-methylimidazo [4, 5-f] quinoline-DNA adduct formation in CDF1 mice by heat-altered derivatives of linoleic acid. *Food Chem. Toxicol.* 30:9-16.

Effect of Dietary Conjugated Linoleic Acid in Late-Gestating Diet on Reproductive and Litter Performances of Sows

Ching-Jr Lin

Abstract

The study was conducted to investigate the effect of dietary conjugated linoleic acid (CLA) in late-gestating diet on reproductive and litter performances of sows. 30 Landrace, 12 Landrace×Yorkshire sows bred with Duroc boar and 8 Taiwanese black sows bred with Taiwanese black boar were randomly allotted to two treatments at 30 days before farrowing and were fed diets supplemented with 2% of soybean oil or CLA until farrowing. Number of pigs born, number of pigs born alive, pig birth weight, number of stillborn, litter size at weaning (21 day), litter weight at weaning and pig weight at weaning were recorded. Blood were sampled at day 110 of gestation and their composition were analyzed. Milk were sampled at farrowing and 7 days after farrowing and their composition were analyzed. Results showed that dietary supplementation of CLA did not affect litter weight at weaning, average pig birth weight, average pig weight at weaning, average pig daily gain, number of pigs born alive, number of stillborn, litter size at weaning, piglet survival within 3 d after birth and piglet survival at weaning while increased number of pigs born and litter weight at birth ($P < 0.10$). Supplementing CLA in late-gestating diet did not affect colostrum and milk crude protein, fat and dry matter contents. Dietary CLA did increased colostrum C14:0 ($P < 0.01$), and C16:0 ($P < 0.05$), but decreased C16:1 ($P < 0.05$), C18:2 ($P < 0.05$), and C18:3 ($P < 0.01$). Dietary CLA did not affect milk fatty acid composition. Dietary CLA did not affect plasma glucose, urea nitrogen, and non-esterified fatty acid. Dietary CLA did increased plasma C16:0 ($P < 0.01$) fatty acid, while decrease C16:1 ($P < 0.01$), C18:0 ($P < 0.05$), and C18:2 ($P < 0.10$). In conclusion, supplementing 2% of CLA in late-gestating sow diet could increase the number of pigs born, litter weight at birth, and colostrum C14:0 and C16:0 and plasma C16:0.

Key Words: Conjugated linoleic acid, Reproductive performance, Gestating sows

附錄 1. 乙醯氯法脂肪酸甲基酯化之方法測定

參考文獻：

Sukhija, P. S., and D. L. Palmquist. 1988. Rapid method for determination of total fatty acid content and composition of feed stuffs and feces. J. Agric. Food. Chem. 36:1202-1206.

原理：將脂肪酸以 methanolic HCl 試劑甲基化，以氣相層析儀分析
樣品中脂肪酸組成。

試劑：(1) benzene

(2) 5% methanolic HCl (adding 10 mL of acetyl chloride to
100mL of anhydrous methanol)

(3) 6% K₂CO₃

(4) anhydrous sodium sulphate

(5) activated charcoal

步驟：(1) 取 1 mg 血液或乳汁放入 15 mL 離心管中。

(2) 加入 2 mL benzene 及 3 mL methanolic HCl (5%)至試管中。

(3) 蓋緊後置於 70°C 下水浴 2 小時，慢慢搖晃。

(4) 冷卻至室溫。

(5) 加入 5 mL 6% K₂CO₃，而再加入 2 mL benzene 使 pH 至中
性，以避免填充管之填充物被破壞。

(6) 以 2000×g 離心 5 分鐘。

(7) 取上層清液以 anhydrous sodium sulphate 及 activated
charcoal 過濾，即得甲基化之脂肪酸樣品。

(8) 使用氣相層析儀(Hitachi G-3000, Tokyo, Japan)分析脂肪酸
組成。

附錄 2. 乳脂率之測定

參考文獻：

Marshall, R. T. 1993. Standard methods for the examination of dairy products. 16th ed. PP. 456-460. American Public Health Association. Washington, DC.USA.

原理：利用濃硫酸分解無脂乳固型物，且濃硫酸與水作用產生大量之熱，有助於液態脂肪易分離。因硫酸-乳汁混合液與乳脂肪比重不同，加上離心處理，使乳脂上浮。

試劑：(1) 比重 1.8201-1.825 硫酸

(2) 60°C 蒸餾水

步驟：(1) 以定量吸管吸取 17.6 mL 乳樣於貝氏瓶中，再將 17.5 mL 硫酸(比重 1.8201-1.825)分三次加入，充分混合均勻 30 秒以上。

(2) 將貝氏瓶放入已先預熱至 60°C 之貝氏乳脂分離器中，離心(轉速約 700-1000 rpm) 5 分鐘。

(3) 加入 60°C 蒸餾水，使液面至貝氏瓶頸，將貝氏瓶放入貝氏乳脂分離器中，離心 2 分鐘。

(4) 再加入 60°C 蒸餾水，使脂肪柱上升至中央刻度高處，再離

心 1 分鐘。

(5) 將貝氏瓶放入 60°C 恆溫水浴中 5 分鐘以上，使恆溫後，取出。

(6) 立即用雙腳規讀出脂肪柱所佔刻度，即為脂肪含量。

附錄 3. 以微量滴定法測定血液中總游離脂肪酸

參考文獻：

Ko, H., and M. E. Royer. 1967. A submicromolar assay for nonpolar acids in plasma and depot fat. *Anal. Biochem.* 20:205-214

原理：利用異丙醇(isopropyl alcohol)及庚烷(heptane)萃取血液中脂肪酸，以四丁氫氧化銨(tetrabutylammonium hydroxide)滴定脂肪酸。使用瑞香酚酞(thymolphthalein)作為滴定終點之指示劑。

試劑：(1) Heptane

(2) Acetone

(3) Isopropanol

(4) 0.01% thymolphthalein in heptane-acetone (10:1, v/v)

(5) 0.01N tetrabutylammonium hydroxide (TBAH) in isopropanol

(6) Stock Standard solution

步驟：(1) 取 0.4 mL 血液，置於 15 mL 有蓋之玻璃離心管中。

(2) 加入 3 mL extraction mix (40/10/1, v/v/v, isopropyl alcohol/heptane/1.0N H₂SO₄)，1 mL heptane 及 2.6 mL water。

(3) 以 vortex rotary shaker 劇烈混合。

- (4) 將大部分的下層液以玻璃滴管移去。
- (5) 吸取 1 mL 上層液置於微量藥瓶中，加入 0.1 mL 指示劑，
以 TBAH 滴定至液體變藍色。

小 傳

作者於民國 72 年 01 月 25 日出生，臺灣苗栗縣人。先後畢業於苗栗縣海口國小、竹南國中及宜蘭技術學院專科部。民國 92 年插班考考取東海大學畜產系，94 年畢業獲農學士學位，並於翌年考取東海大學畜產學系研究所，師從 姜博士樹興 先生研習禽畜營養迄今。