

台灣種豬動情素受體多產基因頻率⁽¹⁾

陳佳萱⁽²⁾ 賴永裕⁽²⁾ 劉桂柱⁽³⁾ 李世昌⁽²⁾ 廖仁寶⁽²⁾
吳明哲⁽⁴⁾ 張秀鑾⁽²⁾⁽⁵⁾

收件日期：91 年 9 月 4 日；接受日期：91 年 10 月 1 日

摘 要

豬隻動情素受體(Estrogen Receptor, ESR)基因座位於第一對染色體短臂上，具有兩個交替基因 A 和 B。文獻指出，ESR 基因型為 BB 之母豬較 AA 型者，每胎分別可多分娩 1.5 與 1.0 頭以上仔豬與活仔豬，故亦將 ESR 基因座之 B 交替基因稱為多產基因。本試驗應用限制酶分切片段長度多態性(RFLP)技術，針對台灣地區八家民間種豬場與五個試驗研究單位之種豬，進行 ESR 基因型隨機檢測。計完成 7747 頭種豬檢測，包括藍瑞斯、約克夏、杜洛克(D)、梅山豬(M)、桃園豬、盤克夏、蘭嶼豬、花色豬、迷彩豬與畜試黑豬一號，以及 M 與 D 之雜交豬。結果發現：除 M 與 D 之雜交豬外，前述各品種 ESR 基因型為 BB 型之頻率分別為 0.3%、26.6%、0.0%、100%、81.6%、1.0%、16.9%、10.8%、31.0%與 1.9%；B 對偶基因頻率則分別為 0.05、0.51、0.00、1.00、0.83、0.01、0.43、0.46、0.50 與 0.16。

關鍵詞：動情素受體、基因頻率、豬隻。

緒 言

台灣歷經 12 年的努力與 200 多場的諮商談判，終於完成入會 WTO (World Trade Organization) 案的審議。養豬產業面臨的是隨之而來的全球化市場成本與品質的競爭局面，尤其在 2005 年農產品完全開放進口後，生產利潤將建立在價格與品質的比較上；故降低生產成本、提高品質與精緻化和多樣化產品的開發，為我國養豬業者的唯一出路。

台灣地處亞熱帶地區，種豬繁殖力的季節性效應時有所聞 (林等, 1990; 李等, 1993; 高等, 1996)。一般認為提昇豬隻生產效率之主要方法之一為改進母豬生產力，而母豬繁殖性能為其生產力重要指標之一 (Tess *et al.*, 1983; Legault, 1985)；惟其主要組成性狀，如產仔性狀與哺乳期間仔豬存活率等，

(1) 行政院農業委員會畜產試驗所研究報告第 1137 號。

(2) 行政院農業委員會畜產試驗所遺傳育種組。

(3) 台灣區種豬發展協會。

(4) 行政院農業委員會畜產試驗所新竹分所。

(5) 通訊作者。

具低遺傳率估值，故難經由傳統選拔方式達到改進目的 (Hill and Webb, 1982; Haley *et al.*, 1988; Alfonso *et al.*, 1997; Rothschild and Bidanel, 1998)。因此，要提昇我國養豬產業的競爭力，則應朝著應用 DNA 標記輔助選拔 (marker-assisted selection) 發展具競爭力之特殊品系著手 (Warner and Rothschild, 1991; Short *et al.*, 1995, 1997a, 1997b; Meuwissen and Goddard, 1996; Gibson, 1998; Dekkers and van Arendonk, 1998; Webb, 1998; 廖等, 1999)，如建立適合台灣環境氣候之高繁殖性能豬隻品系。

母豬每窩產仔數為培育高繁殖性能豬隻品系重要指標之一，而其決定遺傳機制雖尚未有定論；但國外研究結果指出，位於第一對染色體短臂上的動情素受體 (ESR) 基因座上的 A 和 B 交替基因與母豬每胎分娩仔豬數有關，其中 B 交替基因被認為是中國梅山豬具多產性的主要基因 (Rothschild *et al.*, 1991, 1994, 1996, 1997; Chen *et al.*, 2000)。本研究旨在應用陳等 (1999) 報告所述多產基因檢測技術，進行台灣地區藍瑞斯、約克夏、杜洛克、梅山豬、桃園豬、盤克夏、蘭嶼豬、花色豬、迷彩豬、畜試黑豬一號及部分雜交種豬 ESR 基因型檢測，俾供業者選種參考與提昇選拔準確度，進而減少維持更新候補種豬頭數，降低單位產能的生產成本與提昇產業競爭力。

材料與方法

I. 試驗動物

試驗豬群來自八個民間種豬場與畜產試驗所育種場暨五個所屬之試驗研究種豬群，豬隻品種與檢測頭數計有藍瑞斯 (L) 2,784 頭、約克夏 (Y) 1,760 頭、杜洛克 (D) 1,293 頭、梅山豬 (M) 51 頭、桃園豬 (T) 49 頭、盤克夏 (B) 389 頭、蘭嶼豬 154 頭、花色豬 37 頭、迷彩豬 71 頭與畜試黑豬一號 104 頭，以及雜交豬 1055 頭，共計 7,747 頭。

II. 採血及 DNA 萃取

自豬隻頸靜脈採血 1-2 ml，置入含抗凝血劑之試管中供 DNA 萃取用。以套組 (Puregene, Gentra System) 簡易萃取法取得白血球細胞之核內 DNA 備用。

III. 聚合酶連鎖反應 (Polymerase chain reaction, PCR)

(i) 製備條件

以 10 倍緩衝液 (buffer) 1.0 μ l、2.5 mM 去氧核苷三磷酸 (dNTP) 1.0 μ l、正向引子 (核苷酸序列為 5'-CCTGTTTTTACAGTGACTTTTACAGAG-3') 1.0 μ l、反向引子 (核苷酸序列為 5'-CACTTCGAGGGTCAGTCCAATTAG-3') 1.0 μ l、5 U (單位) DNA 聚合酶 (Taq DNA polymerase) 0.2 μ l、滅菌水 3.8 μ l 與 20-25 ng DNA 模板，總反應體積為 10 μ l。

(ii) 反應條件

第一步：變性 (94°C，5 分鐘)；第二步：增幅循環 (94°C 30 秒，55°C 30 秒，72°C 30 秒；40 個循環)；第三步：延長 (72°C 10 分鐘)。

(iii) 限制酶切割反應

將 PCR 產物取出加入緩衝液 (Buffer M) 和 15U (單位) 限制酶 *Pvu*II 各 2 μ l，滅菌水 6 μ l，總反應體積為 20 μ l，於 37°C 作用 4 小時。

(iv) 膠體電泳呈相

配置 4% 瓊脂糖膠 (Agarose gel) 電泳片備用，電泳伏特 110 V，電泳一小時後，以染劑溴化

乙錠 (ethidium bromide) 過染 30 分鐘，並以紫外燈顯相如圖 1。

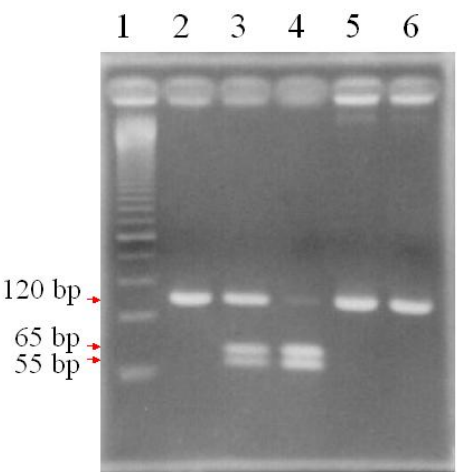


圖 1. PCR-RFLP 檢測動情素受體多態型電泳相。

Fig. 1. The PCR-RFLP test for the estrogen receptor polymorphism. Lane 1 is ladder marker and lanes 2, 5 and 6 contain homozygous animals for A allele. Lanes 3 and 4 have heterozygous and homozygous animals for the favorable B allele, respectively.

結果與討論

本試驗檢測之 10 個品種 (不含雜交豬)，計 6692 頭豬隻之 ESR 基因型與有利交替基因 (B) 頻率，列於表 1。藍瑞斯、約克夏與及杜洛克豬種為台灣地區主要之商業豬種，除約克夏種外，B 交替基因頻率均低 ($P<0.10$)；此是否為我國種豬繁殖性能逐年下降之主要原因，值得進一步探討。同時，依 1983 至 1987 年間畜產試驗所育種系育種場豬隻之繁殖性狀紀錄顯示，約克夏品種之出生總仔數 10.4 頭，高於藍瑞斯品種的 9.6 頭，與杜洛克品種的 9.1 頭；出生活仔數亦以約克夏 8.3 頭最高，其次是藍瑞斯的 8.1 頭、杜洛克的 7.6 頭 (張等，1998)；而 ESR 基因型檢測結果亦發現，藍瑞斯、約克夏與杜洛克種之 B 交替基因頻率分別為 0.05、0.51、與 0.003。杜洛克原屬精肉型豬種，著重屠體性能改進，國內種豬場普遍喜愛杜洛克在飼料效率及屠體性能的優點，因過度重視生長及屠體性能選拔，繁殖性能相對下降，與本研究發現杜洛克之多產基因頻率最低之結果吻合。此外，杜洛克種的受精率、胚存活率和受胎率均顯著低於其他兩個品種 (張等，1998)。

表 1. 台灣現有 10 個豬隻品種之動情素受體基因型與有利交替基因 B 頻率

Table 1. Frequencies of genotype and favorable allele B in estrogen receptor locus among 10 breeds of pigs in Taiwan

Breeds	No. of pigs tested	ESR genotype			Frequency of B allele
		A/A	A/B	B/B	
Landrace (L)	2784	2512	264	8	0.05
Yorkshire (Y)	1760	445	846	469	0.51
Duroc (D)	1293	1285	8	0	0.00
Meishan (M)	51	0	0.0	51	1.00
Taoyuan (T)	49	8	1	40	0.83
Berkshire (B)	389	383	2	4	0.01
Lanyu	154	48	80	26	0.43
Spotty Lanyu	37	7	26	4	0.46
Mitsae	71	22	27	22	0.50
TLRI-1-black ¹	104	73	29	2	0.16

¹TLRI-1-black: Taiwan Livestock Research Institute No. 1 black pig.

本研究梅山豬 ESR 基因型均為 BB 型，故其有利交替基因 (B) 頻率為 1.00。梅山種以高繁殖力著稱於世，是全世界已知豬種中產仔數最高者 (張等，2000)，其多產性與繁殖效率亦為世界公認；文獻指出 B 交替基因是梅山豬種具多產性的主要基因 (Rothschild *et al.*, 1996)。一般認為梅山豬保留其純的原種性，不似一般豬種常因雜交而原種性逐漸退化，因此梅山豬應可視為豬種繁殖力改良的重要遺傳資源之一。Rothschild *et al.* (1997) 指出，具純合 BB 基因型的中國梅山母豬第一產次的產仔數要比純合 AA 基因型母豬多 2.3 頭；同樣的，在含約克夏血統的白色商用豬種亦是如此，其差異約為每胎 0.9 頭。桃園豬為本地豬種之一，一般認為其源自於太湖豬種，現為台灣地區國家級的保種族群，多產基因純合型 (BB) 頻率為 81.6%，有利交替基因 (B) 頻率為 0.83。盤克夏豬群為 1996 年自美國引進之種原，主要目的在提供國內多元化豬種培育之遺傳基因來源。同時，因其在國際上向以其屠肉品質著稱，故引種目標原是以供做國內終端公豬遺傳資源之一，且頭數太少，因此多產基因頻率偏低 (0.01)。

蘭嶼豬保種族群、花色豬與迷彩豬 B 交替基因頻率分別為 0.43、0.46 與 0.50，其中多產基因型 (BB) 頻率以迷彩豬之 31.0% 為最高。蘭嶼豬保種族群係以逢機配種方式繁殖，其 BB 多產基因型頻率為 16.9%。花色豬係由蘭嶼豬群中近親品系具白色斑豬隻閉鎖族群繁殖而來的迷你型豬種 (張等，1998)，其 BB 與 AB 基因型頻率分別為 10.8% 與 70.3%，B 交替基因頻率 46%。迷彩豬則是由杜洛克與蘭嶼豬雜交配種，並朝早熟性選育而成，是一專為休閒觀賞用而培育的小型豬種 (張等，1998)；ESR 基因型為 AB 或 BB 型的頻率為 69%，多產交替基因 (B) 頻率達 0.50，是小型豬種中 B 交替基因頻率最高者。此可能係因親代杜洛克豬種多產基因頻率雖低，但因選育過程中針對迷彩豬繁殖相關性狀進行選拔，導致多產基因 (B) 被選留機率的增加所致。畜試黑豬一號 (TLRI-1-black) 為一融合杜洛克與桃園豬血統之新品種，首先經由正反雜交與級進配種後，選留黑毛色豬隻為更新種畜，發展出具 25% 桃園豬與 75% 杜洛克豬血統之黑色豬種，其 ESR 基因型為 AB 與 BB 之頻率分別為 27.9% 與 1.9% (表 1)；B 交替基因頻率與杜洛克種較近 (0.16 vs. 0.00)。

雜交豬 ESR 基因型與有利交替基因 B 頻率，如表 2 所示。L 母豬與配 D 公豬之雜交後裔種豬群，ESR 多產基因雜合型 (11.1%) 與有利交替基因 B (0.06) 頻率均較哈溫定率之理論值 (0.05 與 0.025) 為高；此可能與人為選拔有關。然 L 母豬與配 Y 公豬隻之雜交後裔種豬群，ESR 多產基因雜合型 (37.3%) 與有利交替基因 B (0.19) 頻率均較哈溫定率之理論值 (0.509 與 0.0255) 為低；此是否與近年來市場上 Y 品種豬隻頭數逐年下降有關，值得進一步分析。表 2 中 M 與 D 品種雜交組合豬隻係源自選育試驗豬群，主要目的在應用 M 品種之高繁特性改良 D 品種之產仔性能，進而培育出適合亞熱帶氣候之高繁殖力黑豬品系。雜交組合 MD 與 DM 多產基因型 (BB) 頻率如預期般均為 0.00%；有利交替基因 B 頻率則分別為 0.46 與 0.42，與預期估計值 (0.5) 相去不遠。隨後自交一代 (MDMD 與 MDDM) 與自交二代 (MDDMMDMD、MDMDMDDM 與 MDMDMDMD) 組合血統中，M 與 D 平均各佔一半且其有利交替基因 B 頻率介於 0.42~0.62；其中自交二代不論在 AB 與 BB 基因型頻率合計或有利交替基因頻率，有較自交一代為高的趨勢；此可能與選留自交一代生產自交二代時，已將 ESR 基因型一併納入考量有關。

表 2. 雜交豬動情素受體基因型與有利交替基因 B 頻率
Table 2. Frequencies of genotype and favorable allele B in estrogen receptor locus among hybrid pigs in Taiwan

Hybrid ¹ (Dam × Sire)	No. of pigs tested	ESR genotype			Frequency of B allele
		A/A	A/B	B/B	
		Head			
L × D (LD)	45	40	5	0	0.06
L × Y (LY)	59	37	22	0	0.19
M × D (MD)	171	14	157	0	0.46
D × M (DM)	37	6	31	0	0.42
MD × MD (MDMD)	436	118	233	85	0.46
MD × DM (MDDM)	277	113	93	71	0.42
MDDM × MDMD (MDDMMDMD)	8	2	5	1	0.44
MDMD × MDDM (MDMDMDDM)	7	2	3	2	0.50
MDMD × MDMD (MDMDMDMD)	13	1	8	4	0.62

¹L : Landrance ; Y : Yorkshire ; D : Duroc ; M : Meishan.

參考文獻

李坤雄、劉世華、鄒會良、黃玉鴻。1993。品種與季節對女豬發身之影響。中畜會誌 22(2)：139~148。

林正章、黃鈺嘉、高瑞娟、吳明哲。1990。亞熱帶種母豬之配種月份與繁殖能力之研究。畜產研究 23(2)：145~156。

高瑞娟、張秀鑾、吳明哲。1996。出生月份對亞熱帶藍瑞斯、約克夏和杜洛克種女豬之配種率之影響。中畜會誌 25(1)：23~34。

陳佳萱、張秀鑾、吳明哲、廖仁寶、陳若菁。1999。種豬多產基因之檢測。中畜會誌。28 (增刊)：110。

張秀鑾、黃鈺嘉、吳明哲、李世昌。1998。豬經濟性狀測定與品種改良。行政院農業委員會畜產試驗所編印。

張伸彰、黃雅芬、李錦足、涂海南、陳芳男、李世昌、顏念慈、吳明哲、張秀鑾。2000。多產豬種之培育 I .梅山豬與杜洛克豬雜交之產仔性狀。中畜會誌。29 (增刊)：125。

廖仁寶、張秀鑾、賴永裕、劉錦條、吳明哲。1999。母豬造骨蛋白遺傳型對新生仔豬存活率之影響。中畜會誌 28 (1)：33-39。

Alfonso, L, J. L. Noguers, D. Babot and J. Estany. 1997. Estimates of genetic parameters for litter size at different parities in pigs. Livest. Prod. Sci. 47：149~156.

Chen, K. F., L. S. Huang, N. Li, Q. Zhang, M. Luo and C. X. Wu. 2000. The genetic effect of estrogen receptor (ESR) on litter size traits in pig. Yi Chuan Xue Bao 27(10): 853~857.

Dekkers, J. C. M. and J. A. M. van Arendonk. 1998. Optimizing selection for quantitative traits with

- information on an identified locus in outbred population. *Genetical Research*. 71 : 257~275.
- Gibson, J. P. 1998. Moving into a molecular era. *Centralia Swine Update*. January, 1998.
- Haley, C. S., E. Avalos and C. Smith. 1988. Selection for litter size in the pig. *Anim. Breed. Abstr.* 56 : 317~332.
- Hill, W. G. and A. J. Webb. 1982. Genetics of reproduction in the pig. In : *Control of Pig Reproduction* (D. J. A. Cole and G. R. Foxcroft, eds.) , Butterworths, London.,UK. pp. 541~564.
- Legault, C. 1985. Selection of breeds, strains and individual pigs for prolificacy. *J. Reprod. Fert. Suppl.* 33 : 151~166.
- Meuwissen, T. H. E. and M. E. Goddard. 1996. The use of marker haplotypes in animal breeding schemes. *Genet. Sel. Evol.* 28 : 161~176.
- Rothschild, M. F. and J. P. Bidanel. 1998. Biology and genetics of reproduction. In : *The Genetics of the Pig*. (M. F. Rothschild and A. Ruvinsky, eds.) , CAB International Wallingford, Oxon, UK. pp. 313~343.
- Rothschild, M. F., C. Jacobson, D. A. Vaske, C. K. Tuggle, T. H. Short, S. Sasaki, G. R. Eckardt and D. G. McLaren. 1994. A major gene for litter size in pigs. *Proc. 5th World Congr. Genet. Appl. Livest. Prod.* 21 : 225~228.
- Rothschild, M. F., C. Jacobson, D. Vaske, C. Tuggle, L. Wang, T. Short, G. Eckardt, S. Sasaki, A. Vincent, D. McLaren, O. Southwood, H. van der Steen, A. Mileham and G. Plastow. 1996. The estrogen receptor locus is associated with a major gene influencing litter size in pig. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*. 93 : 201~205.
- Rothschild, M. F., R. G. Larson, C. D. Jacobson and P. Pearson. 1991. PvuII polymorphisms at the porcine estrogen receptor locus(ESR). *Anim. Genet.* 22 : 448.
- Rothschild, M. F., L. A. Messer and A. Vincent. 1997. Molecular approaches to improved pig fertility. *J. Reprod. Fertil. Suppl.* 52 : 227~36.
- Short, T. H., G. R. Eckardt, S. Sasaki, M. Rose, A. Vincent, D. G. McLaren, A. J. Mileham and G. S. Plastow. 1995. Marker assisted selection for litter size in pigs. *J. Anim. Sci.* 73 (Suppl. 1) : 109 (Abstr.).
- Short, T. H., M. F. Rothschild, O. I. Southwood, D. G. McLaren A. DeVries, H. van der Steen, G. R. Eckardt, C. K. Tuggle, J. Helm, D. A. Vaske, A. J. Mileham and G. S. Plastow. 1997a. Effect of the estrogen receptor locus on reproduction and production traits in four commercial pig lines. *J. Anim. Sci.* 75(12) : 3138~3142.
- Short, T. H., O. I. Southwood, D. G. McLaren, A. DeVries, H. van der Steen, G. J. Evans, A. J. Mileham and G. S. Plastow. 1997b. Evidence of a new genetic marker for litter size in pigs. *J. Anim. Sci.* 75 (Suppl. 1) : 29 (Abstr.).
- Tess, M. W., G. L. Bennett and G. E. Dickerson. 1983. Simulation of genetic changes in life cycle efficiency of pork production. II. Effects components on efficiency. *J. Anim. Sci.* 56 : 354~368.
- Warner, C. M. and M. F. Rothschild. 1991. The major histocompatibility complex of the pig. In: R. Srivastave, B. P. Ram, and P. Tyle (Ed.) *Immunogenetics of the MHC*. pp. 368-397. VCH Publishers, New York. USA.
- Webb, A. J. 1998. Objectives and strategies in pig improvement : An applied perspective. *J. Dairy Sci.* 81 (Suppl. 2) : 36~46.

The prolific gene frequency of estrogen receptor locus for breeding pigs in Taiwan⁽¹⁾

C. H. Chen⁽²⁾, Y. Y. Lai⁽²⁾, K. C. Liu⁽³⁾, S. C. Lee⁽²⁾
R. B. Liaw⁽²⁾, M. C. Wu⁽⁴⁾ and H. L. Chang^{(2) (5)}

Received : Sep. 4 , 2002 ; Accepted : Oct. 1, 2002

Abstract

The estrogen receptor (ESR) locus in swine was mapped at the p-arm of chromosome one with two alleles, A and B. The literature indicates that BB homozygotic sows produced 1.0 and 1.5 more piglets at birth, live birth, than AA homozygotes. Thus, the B allele of the ESR locus is generally recognized as a prolific gene. The Restriction Fragment Length Polymorphism (RFLP) technique was applied in an ESR genotyping study. A total of 7747 breeding pigs from eight private breeding farms and five research stations were blood sampled for genotyping. The genotypic frequencies for BB homozygotes were 0.3%、26.6%、0.0%、100%、81.6%、1.0%、16.9%、10.8%、31.0% and 1.9% for Landrace, Yorkshire, Duroc, Meishan, Taoyuan, Berkshire, Lanyu, Spotty Lanyu, Mitsae and TLRI-1-Black, respectively. The corresponding gene frequencies for prolific gene B allele were 0.05, 0.51, 0.00, 1.00, 0.83, 0.01, 0.43, 0.46, 0.50 and 0.16, respectively.

Key words : Estrogen receptor, Gene frequency, Swine.

-
- (1) Contribution No. 1137 from Taiwan Livestock Research Institute (TLRI), Council of Agriculture (COA), Executive Yuan, R.O.C.
(2) Department of Breeding and Genetics, COA-TLRI, Hsinhua 712, Tainan, Taiwan, R.O.C.
(3) Formosan Farmers Association for Swine Improvement, Taiwan, R.O.C.
(4) Hsin-chu Branch Institute, COA-TLRI, Hsin-chu 300, Taiwan, R.O.C.
(5) Corresponding author.