

豬的膚色遺傳： 桃園種與杜洛克雜交的結果⁽¹⁾

顏念慈⁽²⁾⁽⁴⁾ 鄭裕信⁽²⁾ 戴謙⁽³⁾ 黃木秋⁽⁴⁾

收件日期：88 年 1 月 21 日；接受日期：88 年 3 月 10 日

摘 要

本試驗的目的是調查桃園種 (Taoyuan, T) 與杜洛克 (Duroc, D) 各種配種型態產生後代之膚色分離情形，並以矯正之卡方測定進行遺傳分離適合度檢定，以瞭解桃園種全黑色膚色的基因與杜洛克全紅色膚色基因有無顯隱性關係。膚色調查于仔豬四月齡時進行，記載時分為全黑色及全紅色兩種，全身膚色為黑色或黑灰色記載為全黑色，膚色由紅棕色至暗紅色記載為全紅色。膚色分離調查結果，T 與 D 雜交所產生的雜交一代 (F_1) TD ($T♀ \times D♂$) 及 DT ($D♀ \times T♂$) 仔豬，其膚色皆為全黑色。 F_1 公母互相交配所產生的雜交二代 (F_2)，其膚色為全黑色仔豬有 113 頭，全紅色有 44 頭。將 F_1 女豬再配杜洛克公豬所產生的後代 TDD ($TD♀ \times D♂$) 及 DTD ($DT♀ \times D♂$) 仔豬，其膚色為全黑色及全紅色者，分別為 644 及 676 頭。TDD 或 DTD 全黑色豬隻公母互相交配所產生的後代，其膚色分離為全黑色 381 頭，全紅色 143 頭。依據本試驗各種配種型態所產生之含桃園種和杜洛克血統後裔豬隻膚色調查實測值，假設全黑色膚色對全紅色膚色顯性，以矯正的卡方分佈進行遺傳分離適合度測定，所有 χ^2 值皆與理論值相符，顯示桃園種全黑色膚色的基因與杜洛克全紅色膚色基因有顯隱性關係，且位於體染色體上。

關鍵詞：豬、膚色、桃園種、杜洛克。

緒 言

桃園種為台灣本地豬種之一，其特色為頭短而寬，略具碟型，面部有深的皺紋。耳厚大下垂。鼻寬、鼻孔亦大。眼小、頸單薄，有數皺紋而與粗的肩部連接不良。胸狹、背廣、肋平不穹出，腰瘦而下彎。臀斜多皺紋，腹大且常有觸地者。皮膚呈黑或灰色，毛短少為黑色。四肢粗短而蹄大，但後肢飛節以下向前傾斜，繫節弱支持體也弱。杜洛克引進台灣已久，其生長性能及屠體性狀在台灣豬隻生產系統佔有非常重要的地位，膚色為紅棕色至暗紅色，圖 1(a) 為典型之桃園母豬，圖 1(b) 為杜洛克公豬。

過去豬膚色之研究大部分集中在歐美品種，亞洲品種較少，尤其是中國豬，且觀察世代的數目及樣品數亦少 (Legault, 1998)。豬的膚色外表型可分成七種型式：(1) 野生型：有一條金黃色斑

(1) 行政院農業委員會畜產試驗所研究報告第 942 號。

(2) 行政院農業委員會畜產試驗所家畜育種系。

(3) 國立成功大學生物科技研究所。

(4) 國立中興大學畜產學系。

紋在其它暗色的背毛之下，因身體部位不同而顏色深淺有變化，通常在幼年時背部有長條紋的斑紋，長大時逐漸消失，與此型有關豬膚色的基因座為 A 基因座。(2) 全黑色：如英國大黑豬，全身膚色為黑色。(3) 全紅色：如杜洛克和 Tamworth，膚色由紅棕色至暗紅色。(4) 黑斑點：黑斑點通常出現在白皮毛，如斑點波中豬和比利華，膚色大部份為白色，但有黑斑點。(5) 黑中帶白點：如盤克夏的六白。(6) 有帶型：膚色為黑色，肩部有一白帶，如漢布夏。(7) 白色：如藍瑞斯，大白豬等 (Ollivier 及 Sellier, 1982)。Legault (1998) 依據過去的報告，歸納豬的膚色基因有八個基因座：A、C、D、E、He、I、Be 及 R 基因座，其中 E 基因座與膚色外表型黑色與紅色有關，E 基因座是黑色擴張 (Extension) 基因座，其內部有三個對偶基因已被建立，並命名如下：E 基因代表全黑色，E^P 基因，是黑有斑點，而 e 是全紅色。E 基因對 e 基因顯性，依據應用英國大黑豬與杜洛克交配試驗結果，得知大黑豬可能基因型為 EE，而杜洛克為 ee (Detlefson 及 Carmichael, 1921)。由英國大黑豬與盤克夏交配試驗結果，得知盤克夏可能基因型為 E^PE^P (Carr-Saunders, 1922)。E^P、E 及 e 的顯性次序為 E/E^P/e (Carr-Saunders, 1922; Kosswig 及 Ossent, 1931; Hetzer, 1945b、c、d; Hetzer, 1946)。可能亦存在一顯性黑基因 E^d 在 E 基因座內，此基因對其他顏色有上位作用，如漢布夏 (Kosswig 及 Ossent, 1931)。E 基因座已經被定位在第六對染色體的 p 臂上 (Marriani 等, 1996)。

台灣在保存本地豬種種原之餘，亦想利用其遺傳組成發展適合國人需求之新品系，以因應 WTO 自由貿易產品區隔之重要課題，故畜產試驗所自民國七十七年 (1988) 起以桃園種與杜洛克雜交，進行一系列的合成豬選育，本試驗藉由雜交試驗之進行，調查各種配種型態產生後代之膚色分離情形，並以矯正之卡方分布的遺傳分離適合度，測定桃園種全黑色膚色的基因與杜洛克全紅色膚色基因有無顯隱性關係。

材料與方法

I. 供試動物及配種型態

- (i) 以杜洛克 (Duroc, D) 公豬 4~8 頭混合精液人工授精方式配桃園種 (Taoyuan, T) 女豬，共分娩 22 胎雜種 (T♀×D♂, TD) 仔豬，以桃園種公豬 4~8 頭混合精液人工授精方式配杜洛克女豬，共分娩 19 胎雜種 (D♀×T♂, DT) 仔豬，TD 及 DT 仔豬共有 369 頭。
- (ii) 利用生長測定結束之 TD 及 DT 公母豬互相交配，四種配種型態 (TD♀×TD♂、TD♀×DT♂、DT♀×TD♂ 及 DT♀×DT♂) 共分娩 14 胎 157 頭仔豬。
- (iii) 將 TD 或 DT 女豬再配杜洛克公豬，兩種配種型態 (DT♀×D♂, DTD 及 TD♀×D♂, TDD) 共分娩 116 胎 1320 頭仔豬。
- (iv) 將 DTD 或 TDD 的膚色為黑色的豬隻，公母交配，四種配種型態 (DTD♀×TDD♂、DTD♀×DTD♂、TDD♀×TDD♂ 及 TDD♀×DTD♂) 共分娩 57 胎 524 頭仔豬。

II. 膚色調查及其遺傳適合度測定方法

膚色調查於仔豬四月齡時進行，膚色之記載分為全黑色及全紅色兩種，全身膚色為黑色或黑灰色記載為全黑色，膚色由紅棕色至暗紅色記載為全紅色 (如圖 1(d))。假設全黑色膚色對全紅色膚色顯性，基因為 B 及 b 對偶基因關係。膚色為全黑色者，其基因型為 EE 及 Ee，膚色為全紅色者，其基因型為 ee。膚色遺傳分離適合度以矯正之卡方測定 (Adjusted Chi-square χ^2 test) 檢定之 (Yates, 1934)，設 a : b 為假設之分離比，X₁ 為 a 之實測值，X₂ 為 b 之實測值，N_{ab} 為總測值，則

$$\chi^2 = \frac{[|X_1b - X_2a| - (a+b)0.5]^2}{N_{ab}}$$

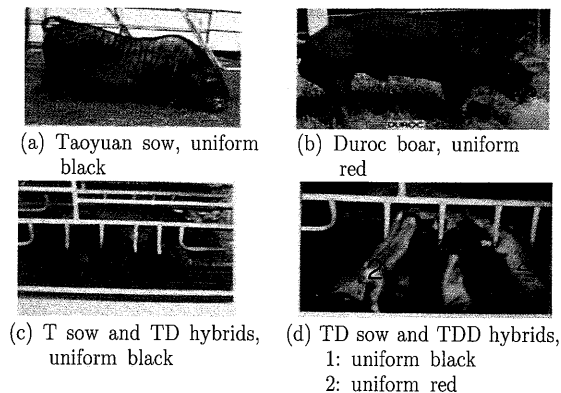


圖 1. 豬親代及其雜種膚色的分類。

Fig. 1. Classification of coat color in swine parent breeds and their hybrids.

結果與討論

桃園種與杜洛克雜交後裔豬隻膚色調查結果如表 1, $T \times D$ 及 $D \times T$ 產生的後代 TD 及 DT 仔豬, 其膚色皆為全黑色。TD 及 DT 仔豬公母互相交配所產生的後代, 其膚色為全黑色仔豬有 113 頭仔豬, 全紅色有 44 頭仔豬, 所有仔豬性比為 77:80, 公母顏色比公 54:23, 母 59:21, 顯示膚色分離與性別無關, 非性連遺傳。將 TD 或 DT 女豬再配杜洛克公豬所產生的後代 TDD 及 DTD 仔豬, 其膚色全黑色者 644 頭, 全紅色者 676 頭。TDD 或 DTD 全黑色仔豬公母互相交配所產生的後代, 其膚色分離: 全黑色 381 頭, 全紅色 143 頭。桃園種各配種型態所產生的後代, 於仔豬四月齡只觀察到全黑色及全紅色兩種, 然有些仔豬初生時候在背部有明顯地縱向金斑毛 (如圖 1(c)), 但至三月齡左右會消失。Kosswig and Ossent (1931) 認為幼年金斑條紋受野生型基因—A 基因座的對偶基因 A 所控制, Hetzer (1945a) 的報告提及中國黑豬與杜洛克雜交後裔亦出現幼年金斑條紋, 但其認為幼年金斑條紋並非受野生型基因—A 基因座對偶基因所控制, 而由其他與毛髮結構有關的基因所決定, 桃園種幼年金斑條紋是否與野生型基因—A 基因座的對偶基因有關, 值得再深入研究。其次假設桃園種全黑色膚色對杜洛克全紅色膚色顯性, 基因為 E 及 e 對偶基因關係, 則桃園種的全黑色外表型, 其基因型為 EE, 杜洛克的紅色外表型, 其基因型為 ee。依據本試驗各種配種型態所產生之含桃園種和杜洛克血統後裔豬隻膚色調查實測值, 進行矯正的卡方分佈的遺傳分離適合度測定, 其結果如表 2。桃園種與杜洛克雜交產生的後代 TD 及 DT 仔豬, 其膚色皆為全黑色, 符合孟德爾遺傳法則。TD 及 DT 仔豬公母互相交配所產生的後代膚色實測值, 經矯正的卡方分佈的遺傳分離適合度測定, χ^2 值為 0.61 ($P=0.45$)。將 TD 或 DT 女豬再配杜洛克公豬所產生的後代膚色實測值, 經矯正的卡方分佈的遺傳分離適合度測定, χ^2 值為 0.73 ($P=0.42$)。TDD 或 DTD 全黑色仔豬公母互相交配所產生的後代膚色實測值, 經矯正的卡方分佈的遺傳分離適合度測定, χ^2 值為 1.35 ($P=0.25$)。所有 χ^2 值皆與理論值相符, 顯示桃園種全黑色膚色的基因與杜洛克全紅色膚色基因有顯隱性關係。日人蒔田 (1965) 曾對台灣本土性豬種桃園種與盤克夏雜交之遺傳形質變化進行研究, 提出桃園種的膚色全黑色的基因為顯性 A, 而盤克夏的六白斑為隱性 a, 而桃園種在另一基因座上有一產黑白斑的顯性基因 B, 而盤克夏不能產生黑白斑為隱性 b, 且全黑色因子 A 對黑白斑出現的顯性因子 B 為上位作用 (Epistasis), 若 A 及 B 顯性基因不在時, 豬隻出現六白斑。其

他中國豬如梅山豬、金華豬及嘉興豬的全黑色膚色亦對杜洛克全紅色膚色為顯性 (Legault, 1998)。由本試驗經矯正的卡方分佈的遺傳分離適合度測定，所有 χ^2 值皆與理論值相符，顯示桃園種全黑色膚色的基因與杜洛克全紅色膚色基因有顯隱性關係，而盤克夏在 E 基因座上的對偶基因為 E^P E^P (Ollivier 及 Sellier, 1982; Legault, 1998)，故推測桃園種的全黑色膚色基因型可能為 EE。

表 1. 桃園種與杜洛克雜交後裔膚色分離情形

Table 1. Segregation for the coat color in offspring of Taoyuan by Duroc crosses

Mating type ¹	No. of litter	Uniform black	Uniform red	Expected ratio
T×D & D×T	41	369		1:0
DT×D	44	221	250	1:1
TD×D	72	423	426	1:1
DT×TD & DT×DT &TD×TD & TD×DT	14	113	44	3:1
TDD(B)×TDD(B) & TDD(B)×DTD(B) & DTD(B)×TDD(B) & DTD(B)×DTD(B)	57	381	143	3:1

¹ The first letter represents breed of dam, and the second letter represents breed of sire.

T : Taoyuan ; D : Duroc ; B : Uniform black ; R : Uniform red.

表 2. 桃園種與杜洛克雜交後裔膚色分離適合度測定

Table 2. Segregation and its goodness-of-fit for coat colors in offspring of Taoyuan by Duroc crosses

Mating type ¹	Genotype	Phenotype of offspring		χ^2	P
		Uniform black	Uniform red		
T(B)×D(R)					
D(R)×T(B)	EE×ee	369	0		
Expected(all uniform black)		369	0		
DT(B)×D(R)					
TD(B)×D(R)	Ee×ee	644	676		
Expected (1:1)		660	660	0.73	0.42
TD(B)×DT(B)					
DT(B)×DT(B)					
TD(B)×TD(B)					
DT(B)×TD(B)	Ee×Ee	113	44		
Expected (3:1)		117.75	39.25	0.61	0.45
TDD(B)×TDD(B)					
TDD(B)×DTD(B)					
DTD(B)×TDD(B)					
DTD(B)×DTD(B)	Ee×Ee	381	143		
Expected (3:1)		393	131	1.35	0.25

^{1,2} : As shown in Table 1.

χ^2 ($n=1$ 0.05)=3.841

誌 謝

本試驗承畜產試驗所畜牧場二股同仁協助資料收集及家畜育種系電腦室同仁資料輸入，謹申萬分謝忱。

參考文獻

- 蒔田德義。1965。台灣在來豬桃園種と Berkshire 種との品種間雜種の育種遺傳學的研究。静岡大學農學部畜產學教室。
- Carr-Saunders, A. M. 1922. Note on inheritance in swine. *Science* 55 : 19.
- Detlefsen, J. A. and W. J. Carmichael. 1921. Inheritance of syndactylism, black and dilution in swine. *J. Agric. Sci.* 20 : 595~604.
- Hetzer, H. O. 1945a. Inheritance of coat color in swine. I. General survey of major color variations in swine. *J. Hered.* 36 : 121~128.
- Hetzer, H. O. 1945b. Inheritance of coat color in swine. II. Results of Landrace by Poland China crosses. *J. Hered.* 36 : 187~192.
- Hetzer, H. O. 1945c. Inheritance of coat color in swine. III. Results of Landrace by Berkshire crosses. *J. Hered.* 36 : 255~256.
- Hetzer, H. O. 1945d. Inheritance of coat color in swine. IV. Analysis of hybrids of Landrace and Large Black. *J. Hered.* 36 : 309~312.
- Hetzer, H. O. 1946. Inheritance of coat color in swine. V. Results of Landrace by Duroc-jersey crosses. *J. Hered.* 37 : 217~224.
- Kosswig, C. and H. P. Ossent. 1931. Die Vererbung der Haarfarben beim Schwein. *Z. Zucht. B.* 22 : 297~381.
- Legault, C. 1998. Genetics of color variation. In: *The genetics of the pig*. Eds. Rothschild, M. F. and A. J. Ruvinsky, CAB International, pp. 51~69. Wallingford, UK.
- Mariani, P., M. Johansson Moller, B. Hoyheim, L. Marklund, W. Davies, H. Ellegren and L. Andersson. 1996. The extension coat color locus and the loci for blood group O and tyrosine aminotransferase are on pig chromosome 6. *J. Hered.* 87 : 272~276.
- Ollivier, L. and P. Sellier. 1982. Pig genetics: a review. *Ann. Genet. Sel. Anim.* 14 : 481~544.
- Yates, F. 1934. Contingency tables involving small numbers and test. *J. Roy. Stat. Soc. Suppl.* 1 : 217~235.

Inheritance of Coat Color in Swine: Results of Taoyuan by Duroc Crosses⁽¹⁾

Neim-Tsu Yen⁽²⁾⁽⁴⁾, Yu-Shin Cheng⁽²⁾,
Chein Tai⁽³⁾ and Mu-Chiou Huang⁽⁴⁾

Received Jan. 21, 1999; Accepted March 10, 1999

Abstract

The purposes of this experiment were to investigate the segregation of coat color in swine at various matings between Taoyuan (T) and Duroc (D), and to understand whether uniform black coat color of T was dominant to uniform red color of D. Coat colors were investigated in four-month old pigs. If the coat colors were black and gray, then the classification of coat color was uniform black. If coat colors were brown and dark red, then the classification of coat color was uniform red. The adjusted Chi-square (χ^2) test was used to determine the goodness of fit for Mendel's law of segregation. The results were as follows: 1. Coat color in all of F_1 generation, TD ($T \text{♀} \times D \text{♂}$) and DT ($D \text{♀} \times T \text{♂}$) pigs, were uniform black. 2. F_2 generation, $TD \text{♀} \times TD \text{♂}$, $TD \text{♀} \times DT \text{♂}$, $DT \text{♀} \times TD \text{♂}$, $DT \text{♀} \times DT \text{♂}$, contained 113 uniform black color pigs and 44 uniform red color pigs. 3. TD and DT sows, which were mated with Duroc boars, produced a total of 1,320 TDD ($TD \text{♀} \times D \text{♂}$) and DTD ($DT \text{♀} \times D \text{♂}$) progenies. There were 644 uniform black color pigs and 676 uniform red color pigs. 4. Pigs of TDD and DTD with uniform black coat color were intercrossed to produce 381 uniform black and 143 uniform red offsprings. 5. The values of adjusted χ^2 test on the goodness of fit for Mendel's segregation law of all mating were a good fit ($p > 0.25$). This result indicated that the gene of uniform black coat color of T was dominant to uniform red color of D, which was in the autosome.

Key words : Swine, Coat color, Taoyuan, Duroc.

(1) Contribution No. 942 from Taiwan Livestock Research Institute, Council of Agriculture.

(2) Department of Animal Breeding, COA-TLRI, Hsinhua, Tainan, Taiwan, R.O.C.

(3) Institute of Biotechnology, National Cheng Kung University, Tainan, Taiwan, R.O.C.

(4) Department of Animal Science, National Chung Hsing University, Taichung, Taiwan, R.O.C.