

# 白色賓朗豬 (Lanyu 400)之選育與展望



報告人：章嘉潔

行政院農業委員會畜產試驗所台東種畜繁殖場

## 賓朗豬之毛色遺傳與繁殖及生長性能

張之維<sup>(1)</sup> 洪俊偉<sup>(1)</sup> 張俊達<sup>(1)</sup> 朱有田<sup>(1)</sup> 林正鏞<sup>(1)</sup> 吳明哲<sup>(2)</sup> 朱賢斌<sup>(1)(4)</sup>

**摘要：**賓朗豬(Binlang)是一種白色小型豬，育成之目的在供應生醫研究之實驗動物用途。選育過程係以2001年畜產試驗所臺東種畜繁殖場，畜試花斑豬全同胞選育第二代後裔子代中，首次觀察到一頭全白公仔豬，藉由與配近親之花斑母豬，擴增白色子代個體，再經三代全同胞近親選育而成。本研究分別進行賓朗豬與畜試花斑豬以及賓朗豬蘭嶼豬之回交試驗，以了解賓朗豬全白毛色之基因與蘭嶼豬全黑毛色及畜試花斑豬花斑毛色基因有無顯隱性關係，並進行賓朗豬之KIT交替基因之序列分析，以確認賓朗豬是否為KIT交替基因之遺傳型，並進行賓朗豬之繁殖、生長與體型性狀之調查。結果顯示，賓朗豬之白色外觀屬純合子隱性遺傳，KIT交替基因序列亦顯示為非顯性白色。賓朗豬之母豬初產日齡介於251日齡與310日齡之間，平均每胎產仔數、每窩分娩活仔數與每窩離乳仔數分別為4.78±1.48頭、4.67±1.22頭與4.00±1.58頭，育成率為84.44±15.50%。賓朗豬之平均出生體重、八週齡重與五月齡重分別為0.78±0.1kg、7.94±1.53kg及28.61±6.87kg，其中八週齡重與五月齡重顯著高於畜試花斑豬與蘭嶼豬。

(關鍵語：小型豬、賓朗豬、毛色遺傳)

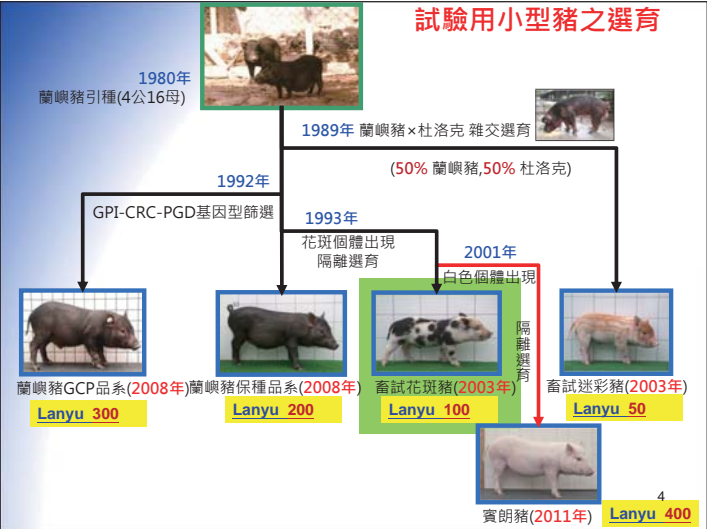
**發展豬隻 供作醫學研究之用**

### 源起

行政院農業委員會畜產試驗所台東種畜繁殖場  
 計畫名稱：選育特種豬計畫  
 主辦機關：台灣畜產試驗所  
 合作機關：台東畜產試驗所  
 經費預算：新台幣參拾萬元正  
 計畫內容：  
 一、執行機關：畜試所台東種畜繁殖場  
 二、執行人員：楊長海、謝文輝  
 三、計畫期間：民國六十八年九月至六十九年六月  
 四、實施地區：台東縣  
 五、目的：  
 提供醫學研究之模型豬，以作醫學研究之試驗。

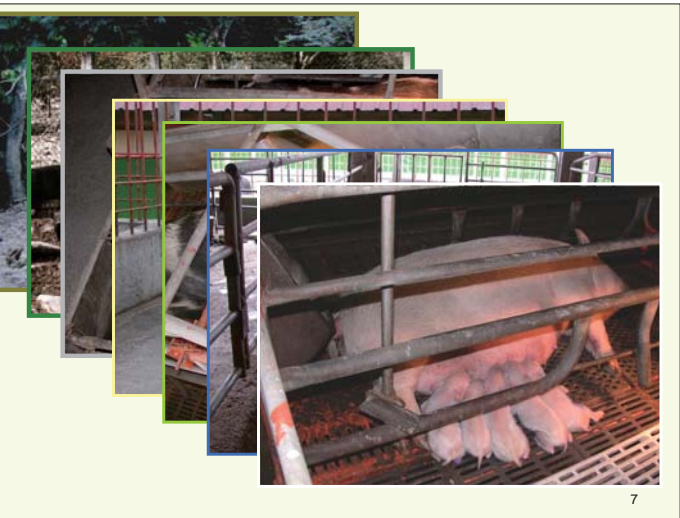
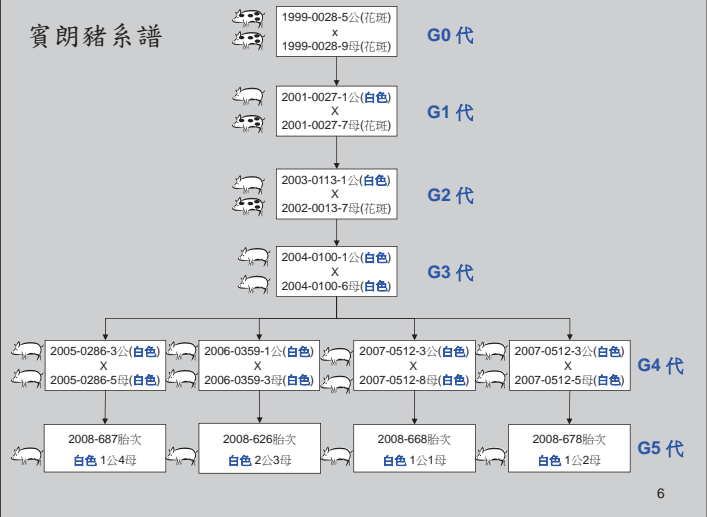
**迷你豬採種計畫**

民國六十八年



### 選育流程 賓朗豬

年別	世代	選育流程
1999	G0	畜試花斑豬的全同胞1999-0028-5公與配1999-0028-9母
2001	G1	首次發現白色個體出現於畜試花斑豬的全同胞第二代子代中 (花斑豬2001-0027胎次, 0027-1公白)
2003	G2	2001-0027-1公(白)與配2001-0027-7母(花) 白色個體出現於畜試花斑豬的子代中 (場內胎序號: 0113, 2003.6.22生, 2白/2花)
2004	回交試驗	0113-1公(白)回交花斑豬數頭，記錄後裔毛色，選留白色子代擴增數量。其中0113-1公(白)與配0013-7母(花)產下胎序號: 0100，計有花色0公2母，白色5公1母(其中白色2004-0100-1公、2004-0100-6母選留為種畜)。
2004	G3	2004-0100-1公(白)與2004-0100-6母(白)選為賓朗豬G3代種畜
2005	G4	賓朗豬0286-胎(2005.11.12生, 全白, 3公2母)
2007		賓朗豬0359-胎(2006.4.22生, 全白, 2公3母)
2007		賓朗豬0512-胎(2007.4.17生, 全白, 4公5母)
2008	G5	賓朗豬0687-胎(2008.5.9生, 全白, 1公4母)
		賓朗豬0626-胎(2008.1.13生, 全白, 2公3母)
		賓朗豬0668-胎(2008.4.5生, 全白, 1公1母)
		賓朗豬0678-胎(2008.4.27生, 全白, 1公2母)







試驗報告 賓朗豬

(一)毛色性狀與回交試驗 - 花斑豬

胎次	親代	產仔數	白公	白母	花公	花母	留種
104胎-自交 93.8.19	113-1公 113-2♀	5	2	3	0	0	1公1♀
206胎-自交 94.4.20	113-1公 113-2♀	4	1	3	0	0	1公3♀
126胎-回交 93.10.29	113-1公 13-5♀	6	2	2	0	2	1公1♀
100胎-回交 93.8.12	113-1公 13-7♀	8	5	1	0	2	1公1♀
102胎-回交 93.8.13	113-1公 13-8♀	9	0	2	2	5	1公1♀
153胎-回交 93.12.12	113-1公 23-2♀	5	1	2	1	1	1公1♀
465胎-回交 95.12.23	113-1公 104-3♀	7	3	1	1	1	0
			■代表白色個體		■代表花斑個體		
			19		16		

(一)毛色性狀與回交試驗 - 花斑豬



花公(102-1) × 白母(104-3)

(一)毛色性狀與回交試驗 - 花斑豬



花公(102-1) × 白母(104-3) 2006.12.23分娩(465胎)  
總仔 5公2母 3花4白(花2公1母;白3公1母)  
活仔 5公1母 3花3白(花2公1母;白3公)

(一)毛色性狀與回交試驗 - 花斑豬



白公(113-1) × 花母(13-5, 13-7, 13-8)

(二)毛色性狀與回交試驗 - 蘭嶼豬

胎次	親代	產仔數	毛色性狀			
			棕黑條紋	全白	花斑	全黑
330胎 95.2.24	蘭嶼 52-4公 賓朗113-2♀	6	6	0	0	0
451胎 95.11.19	賓朗104-2公 蘭嶼163-3♀	9	9	0	0	0

黑公(0052-04) × 白母(0113-02)



白母(0113-02)於2006/2/24分娩·仔豬330胎(5公1♀)

白公(104-2) × 黑母(163-3)



黑母(0163-03)於2006/11/19分娩·仔豬330胎(5公1♀)

回交試驗

## 豬的毛色:

### 豬的毛色類型

豬的毛色是品種重要特徵，與經濟性狀有關連，是一種可利用的遺傳標記。在確定品種純度和親緣關係，及雜交組合方面有一定的作用。一個品種內的不同類型和各個體，都能保持一致的毛色。依據研究豬隻毛色表型可為野生型、全黑色、全紅色、黑或紅色花斑點、黑中帶白點、有帶型及全白色等型式。

### 豬的毛色基因

豬的各種毛色是黑色素在毛皮質和髓質中沉積的種類和數量的不同造成的。豬毛色的基因座現已知至少有8個位點控制，包括顯性白色(I位點)、毛色擴展(E位點)、白肩帶座位(Be位點)、白頭座位(He位點)、野生型(A位點)、淡化位點(D)、紅色位點(R)和白化位點(C)。可見豬的毛色遺傳基礎複雜，受眾多的基因調控(Ollivier and Sellier, 1982; Legault, 1998)。

17

黑色素皮質素受體1 (melanocortin receptor 1 MC1R)影響黑色素合成，編碼的蛋白在細胞內的相對含量決定了最終的毛色表型，由E基因座調控 (Kijas et al., 1998, 2001)。E基因座位於豬第六號染色體區 (Mariani et al., 1996)。而顯性順序為  $E/E^P/e$  (Carr-Saunders, 1922; Kowig and Ossent, 1931; Hetzer, 1945, 1946; Mariani et al. 1996; Legault, 1998)。

Moller 等證實豬顯性白毛色主要由KIT基因 (I基因座) 調控，已將其定位於八號染色體區 (Moller et al., 1996)。該基因座存在三個對偶基因  $I/I^p/i$ ，顯性順序為  $I/I^p/i$ ，對偶基因I對應完全顯性白毛色 phenotyp (Johansson et al., 1992)

18


**E** 黑色顯性

**E<sup>P</sup>** 花斑次顯性基因

**e** 白色隱性基因

19

民國69年引入的黑色蘭嶼豬群(4♂, 16♀)中，幸運帶有具有花斑與白色的雜合子個體，得以在後續的育種過程中被分離純化出來。

20

### 逢機配種

♂  $E E^P$   
( $E e$ )

$E$        $E^P$   
 $(e)$


21

### 隔離選育

♂  $E_p E_p$   
( $E_p e$ )

$E_p$        $E_p$   
 $(e)$


22

### 近親選育

♂  $E^P e$

$E^P$        $e$


23

### 隔離選育

♂  $e e$

$e$        $e$


24



### (三)毛色基因之分子生物學檢測

Splice mutation in KIT intron 17

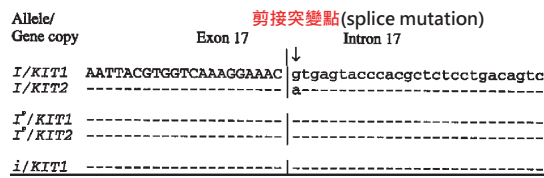


Figure 1 DNA sequence comprising 48 bp of the exon17/intron 17 border in *KIT1* and *KIT2* associated with the *I*, *I'*, and *i* alleles. The position of the exon/intron border is marked with a vertical line, the splice mutation (nt16<sup>-A</sup>) with a vertical arrow, and sequence identity to the master sequence with a dash.

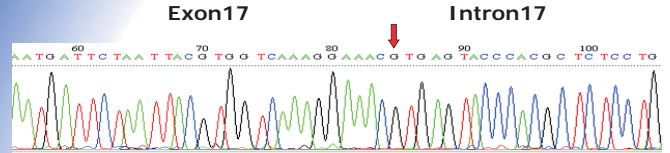
(Marklund *et al.*, 1998)

突變之核苷酸 (G→A) 序列雖位於緊鄰 exon 17 之 intron 17 上。此 exon/intron junction (splice site) 位置之 G/A 突變，會造成 17 exon mRNA 轉譯缺失，造成酪氨酸激酶 (tyrosine kinase) 缺損而致活性的喪失或其接受器的減損，影響黑色素的生成。

25

### (三)毛色基因之分子生物學檢測

KIT exon and intron 17 of all Lanyu pigs



2005 年分析 21 頭實朗豬之 KIT 基因之上述序列，發現所有個體在該序列之核苷酸均為 G，顯示實朗豬白色外觀非屬於 KIT 顯性白色。

由實朗豬與蘭嶼豬及花斑豬回交試驗，之後裔豬毛色分別呈現棕黑條紋與花斑色結果得知，實朗豬之白色外觀非 KIT 顯性白替基因所致。

26

### 台東場 小型豬毛色 外表型 & 基因型

MC1R / E, E<sup>p</sup>, e ; KIT / I, I<sup>p</sup>, i

Table 1. Coat Color Phenotypes in the F<sub>2</sub> Generation of a Wild Boar/Large White Intercross According to the Genotypes at the Dominant White (*I/KIT*) and Extension (*E/MC1R*) Loci

I/KIT	E/MC1R		
	E'/E'	E'/E <sup>p</sup>	E <sup>p</sup> /E <sup>p</sup>
I/I	white	white	white
I/I <sup>p</sup>	white	white	white
I/i	W/S (7/15) <sup>a</sup>	W/S (11/20) <sup>a</sup>	W/S (2/12) <sup>a</sup>
I <sup>p</sup> /i	patch	— <sup>b</sup>	— <sup>b</sup>
i/i	wild type	wild type	black spots <sup>c</sup>

<sup>a</sup>(W/S) White but the proportion indicated showed pigmented skin spots with white hair or intermingled black and colored hair (roaning).

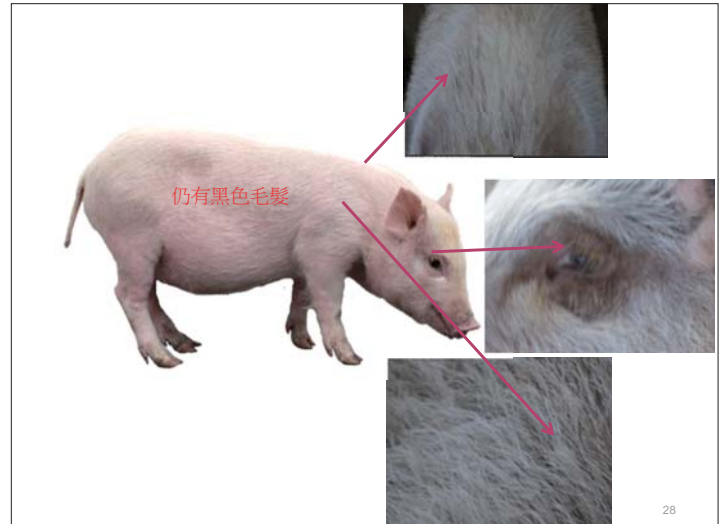
<sup>b</sup>This phenotype could not be judged, as no good quality slides were available for the few animals with this genotype.

<sup>c</sup>These pigs are white with black spots or red with black spots (see Mariani *et al.* 1996).

(Marklund *et al.*, 1998)

外表型	基因型
	ii EE ii EE P <sup>p</sup>
	ii E <sup>p</sup> E <sup>p</sup> ii E <sup>p</sup> e
	ii ee
	ii EE

27



28

### (四)繁殖性能

表5. 實朗豬G3~G5代\* 母豬之繁殖性能

母豬世代	母豬頭數	初產日齡	分娩胎數	每胎產仔數	每胎活仔數	八週齡離乳頭數	八週齡離乳育成率 (%)
G3	2	288~296	7	7.29±2.56	6.14±1.95	5.14±3.08	83.33±37.27
G4	9	291~333	13	4.92±2.06	4.38±1.76	3.85±1.63	89.78±17.75
G5	7	251~310	9	4.78±1.48	4.67±1.22	4.00±1.58	84.44±15.50

\* G3、G4與G5代為全同胞配種；平均±SD

29

### (五)生長性能



出生體重(kg) 公 0.77±0.12 母 0.79±0.05

30

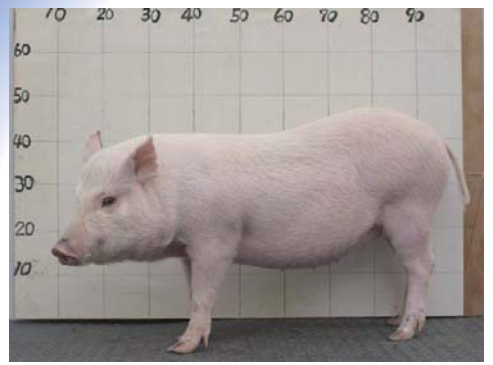
### (五)生長性能



八週齡體重(kg) 公 8.60±1.82 母 7.86±1.48

31

### (五)生長性能



五月齡體重(kg) 公 28.03±5.60 母 27.20±5.91

32

### 賓朗豬與其他小型豬生長性狀之比較

豬種	性別	體重 · kg(平均值±SD)		
		出生	八週齡	五月齡
賓朗豬 (Lanyu 400)	公	0.77±0.12(35)	8.60±1.82(21)	28.03±5.60(11)
	母	0.79±0.05(27)	7.86±1.48(19)	27.20±5.91(12)
蘭嶼豬GCP (Lanyu 300)	公	0.72±0.10(38)	7.50±2.35(26)	25.14±4.90(17)
	母	0.69±0.10(29)	6.15±2.13(21)	21.77±5.95(12)
畜試花斑豬 (Lanyu 100)	公	0.78±0.12(38)	7.09±1.28(24)	22.22±1.42(14)
	母	0.75±0.14(33)	6.64±1.64(32)	21.02±2.11(27)
畜試迷彩豬 (Lanyu 50)	公	0.81±0.15(44)	8.47±1.65(27)	29.27±5.62(20)
	母	0.82±0.13(42)	7.84±1.76(26)	26.83±5.39(22)

( )測定頭數 (朱等, 2010)

### (六)體型性能

性狀	賓朗豬 與 畜試花斑豬 之五月齡體重與體型性狀			
	賓朗豬		畜試花斑豬	
	公 (N=7)	母 (N=12)	公 (N=23)	母 (N=15)
體重,kg	29.60±4.1	28.91±4.85	25.32±3.79	22.05±3.46
體高,cm	41.28±4.67	41.67±2.40	38.43±2.80	36.33±2.56
體長,cm	61.33±5.85	60.83±5.11	62.20±4.90	58.77±4.33
耳長,cm	9.63±0.75	8.96±0.62	9.09±0.69	8.73±0.57
耳寬,cm	7.07±0.50	6.83±1.06	8.25±0.54	8.01±0.48
胸深,cm	30.55±12.89	24.63±1.90	22.67±1.47	21.15±1.58
胸圍,cm	75.20±2.25	74.56±5.68	67.63±3.99	64.98±4.85
前肢管圍,cm	12.10±0.79	11.48±0.80	11.01±0.63	10.41±0.80
後肢管圍,cm	11.95±0.60	11.43±0.58	10.90±0.48	10.40±0.69
臀寬,cm	21.12±1.69	21.54±2.66	18.00±1.49	17.05±1.57
尾長,cm	17.92±2.20	17.42±0.90	16.17±3.39	16.49±1.77
辜丸長,cm	9.85±1.63		8.54±1.21	
辜丸寬,cm	4.25±1.77		3.66±0.52	
平均值±SD				34

### (七)緊迫基因檢測與遺傳基因體分析

2006~2007年

進行賓朗豬在養畜群共計103頭之分子遺傳檢測

鈣離子釋放管道(CRC)基因型

全為CC正常型

(即產業界慣稱之緊迫基因AA正常型)

### (七)緊迫基因檢測與遺傳基因體分析

賓朗豬微衛星遺傳標記分析

Locus	chromosome	Number of alleles (Na)	Number of effective alleles (Ne)	Fragment (bp)	Observed heterozygosity (HO)	Expected heterozygosity (HE)	Polymorphic information content (PIC)
SW857	14	5	2.71	94-112	0.48	0.65	0.59
IGF1	5	3	1.91	194-202	0.52	0.49	0.38
S0155	1	2	1.45	160-166	0.38	0.32	0.26
S0005	5	3	2.29	206-270	0.10	0.58	0.47
SW911	9	3	2.07	161-169	0.48	0.53	0.42
S0068	13	2	1.40	250-256	0.25	0.30	0.25
S0002	3	2	1.27	194-210	0.24	0.22	0.19
S0228	6	4	2.48	227-267	0.57	0.61	0.52
SW24	17	2	1.15	98-110	0.14	0.14	0.12
S0227	4	2	1.69	232-256	0.38	0.42	0.33
SW72	3	2	1.75	150-156	0.43	0.44	0.34
S0218	X	2	1.38	166-186	0.24	0.29	0.24
S0355	15	2	1.23	260-274	0.21	0.19	0.17
SW122	6	3	1.41	118-140	0.19	0.30	0.27
S0225	8	3	2.07	174-194	0.65	0.53	0.41
S0226	2	4	1.87	182-214	0.50	0.48	0.42
SW951	10	2	1.19	125-136	0.10	0.09	0.09
S0215	13	3	1.65	154-164	0.20	0.41	0.35
S0386	11	3	2.16	156-172	0.30	0.55	0.48
mean		2.74±0.87	1.74±0.46		0.33±0.17	0.39±0.16	0.33±0.14

Na:對偶基因數( number of allele )

Ne:有效對偶基因數目( number of effective alleles )

PIC:多態性訊息量( polymorphic information content )

HO:觀察雜合度( observed heterozygosity )

HE:理論雜合度( expected heterozygosity )

PIC:多態性訊息量( polymorphic information content ) 低度多態性 ( PIC < 0.25 ) 外 · 中度多態性 ( 0.5 > PIC ≥ 0.25 ) · 高度多態性 ( PIC ≥ 0.5 ) · (Botstein et al.,1980)

- 基因雜合度 (heterozygosity, H) 是衡量群體遺傳變異指標，基因雜合度越高，表明群體的遺傳多樣性越高；雜合度越低，表明群體的遺傳一致性越高。一群體在隨機交配的情況下，基因雜合度在世代間是不變的，但會因受到自然和人工選拔、遷徙等條件的影響而變化。
- 19個微衛星座位上的平均期望雜合度(0.39)均高於平均觀察雜合度(0.33)，說明賓朗豬豬種在大部分基因座上表現為雜合度不足，純合子個體比例較高。
- 多態性訊息量 (polymorphic information content PIC) (0.33) 低度多態性 (PIC < 0.25) 外，中度多態性 (0.5 > PIC ≥ 0.25)，高度多態性 (PIC ≥ 0.5)。(Botstein et al.,1980)

- 群體的遺傳變異就是DNA分子的遺傳變異。不同品種或不同類群在遺傳上的差異可不同程度地反應在其DNA序列上，因而在DNA檢測群體的遺傳變異，研究群體的遺傳結構就顯得很重要。
- 衡量群體遺傳結構和變異的指標: 有效對偶基因數(Ne)、基因雜合度(Ho) 和多態訊息含量(PIC)
- 有效對偶基因數(Ne)(1.74)反應群體遺傳變異程度，豬群的遺傳多樣性水準，衡量一個群體保持對偶基因能力強弱的重要指標，平均有效對偶基因數高說明群體在受到選拔、突變及遺傳漂變壓力時，不易遭到破壞而產生新的變異。

表 5 F<sub>a</sub>-F<sub>b</sub>五指山豬近交系的雜合度和等位基因數

位點	F16	F17	F18			
	H	N. Allele	H	N. Allele	H	N. Allele
SW2409	0	1	0	1	0	1
SW1377	0.561	3	0.45	3	0	1
SW205	0.54	4	0.6528	4	0.42	2
SW0070	0.375	2	0.409	2	0	1
SW936	0.3395	3	0.608	3	0.6	3
SW61	0.5	2	0.495	2	0	1
SW2	0.46	3	0.337	5	0	1
SW874	0.46	4	0.337	3	0.59	3
SW0036	0.536	3	0.4735	2	0.46	2
SW225	0.643	3	0.304	3	0.38	3
SW510	0	1	0	1	0	1
SW902	0.67	3	0.6	3	0	1
SW71	0	1	0	1	0	1
SW1119	0.67	3	0.47	2	0.41	2

Table 3 The observed number of alleles, effective number of alleles and polymorphism information content at 27 loci

座位	觀察等位基因數		有效等位基因數		多態性訊息量
	Observed number of alleles	Effective number of alleles	Observed number of alleles	Polymorphism information content	
CGA	25		17.162	2	0.938
S0225	20		13.895	7	0.920
S0218	26		19.712	7	0.948
SW951	15		8.029	9	0.863
SW122	14		11.105	9	0.902
S0101	14		9.301	4	0.883
S0386	15		11.520	0	0.906
SW72	25		14.421	1	0.926
SW632	22		13.900	4	0.923
SW911	26		14.398	9	0.926
S0068	25		14.774	4	0.928
S0226	15		11.075	6	0.902
S0155	21		12.251	1	0.913
IGF1	23		10.308	4	0.895
S0026	17		12.205	5	0.912
S0005	21		13.260	8	0.915
S0355	25		18.657	1	0.943
S0002	18		11.969	1	0.910
S0227	14		6.561	2	0.829
S0215	20		15.852	2	0.933
S0090	21		14.290	7	0.925
SW936	23		18.752	6	0.944
SW24	20		14.613	3	0.927
S0228	18		12.323	7	0.913
SW857	18		14.081	6	0.924
SW240	21		15.914	4	0.933
S0376	20		11.656	6	0.906
Mean	20.074	1	13.391	8	0.914



Table 1. The genetic variation of 19 microsatellite loci in 44 individuals of conserved Lanyu pigs in Taiwan<sup>1</sup>

Locus	Allele (n)	Effective allele	Allele size range	H <sub>o</sub>	H <sub>e</sub>	PIC	HWE test	F <sub>IS</sub>
SW857	3	1.90	104 to 114	0.286	0.480	0.391	**	0.408
IGF1	3	2.38	194 to 202	0.442	0.587	0.488	*	0.249
S0155	3	2.65	160 to 166	0.425	0.630	0.542	**	0.328
S0005	2	1.92	206 to 238	0.400	0.486	0.305	NS <sup>2</sup>	0.179
SW911	3	2.12	157 to 163	0.524	0.534	0.421	NS	0.020
S0068	4	3.07	244 to 256	0.571	0.682	0.614	**	0.176
S0002	5	3.33	174 to 210	0.492	0.694	0.633	**	0.351
S0228	3	2.24	227 to 243	0.419	0.559	0.459	**	0.254
SW024	3	1.45	98 to 118	0.295	0.313	0.282	NS	0.058
S0227	4	1.45	238 to 258	0.182	0.315	0.285	**	0.425
SW72	5	2.48	150 to 160	0.537	0.603	0.545	**	0.112
S0218	4	3.22	166 to 188	0.326	0.697	0.632	**	0.529
S0355	6	2.54	246 to 276	0.455	0.613	0.543	**	0.261
SW122	4	3.06	116 to 138	0.425	0.682	0.613	**	0.380
S0225	3	2.17	174 to 194	0.442	0.545	0.467	*	0.239
S0226	6	2.41	176 to 216	0.341	0.606	0.541	**	0.440
SW951	5	2.75	120 to 136	0.268	0.644	0.571	**	0.586
S0215	2	1.38	156 to 164	0.233	0.276	0.235	NS	0.158
S0386	3	2.92	156 to 172	0.065	0.666	0.584	**	0.858
Mean	3.74	2.39		0.375	0.559	0.485		0.332

<sup>1</sup>Table includes the number of alleles observed, effective alleles, allele size range, mean observed heterozygosity (H<sub>o</sub>), expected heterozygosity (H<sub>e</sub>), fixation indices (F<sub>IS</sub>), polymorphism information content (PIC), and loci deviating from Hardy-Weinberg equilibrium (HWE test, \*P < 0.05, \*\*P < 0.01).  
<sup>2</sup>NS = not significant.

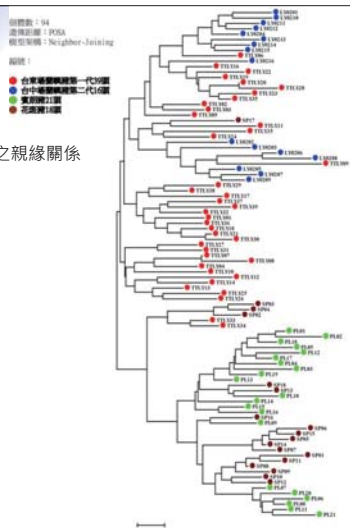
41  
 (Chang et al., 2014)

2014年 51頭蘭嶼豬保種畜群個體間相對遺傳距離之矩陣分析

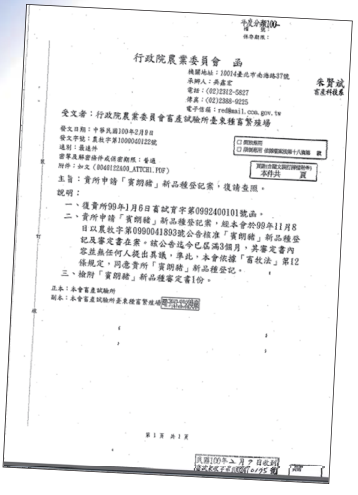
Locus	N	EA	Ho	He	PIC	HW
SW911	2	1.99	0.53	0.50	0.37	NS
IGF1	2	1.95	0.53	0.49	0.37	NS
SW72	4	1.78	0.45	0.44	0.40	NS
SW122	4	3.26	0.71	0.70	0.64	NS
S0218	4	2.74	0.51	0.64	0.58	NS
SW857	5	2.18	0.63	0.55	0.51	NS
SW951	5	2.96	0.09	0.67	0.61	***
S0225	3	1.51	0.31	0.34	0.30	NS
S0155	3	2.08	0.45	0.52	0.40	NS
S0215	4	1.80	0.46	0.45	0.37	NS
S0228	4	2.48	0.51	0.60	0.51	NS
S0005	7	2.99	0.71	0.67	0.62	NS
Mean	3.92	2.31	0.49	0.55	0.47	

HW: 哈溫平衡顯著性測驗結果 (Hardy-Weinberg equilibrium), NS (not sign) 表示不顯著偏離哈溫平衡, 星號表示偏離哈溫平衡之顯著性 (\*表示小於 0.05, \*\*表示小於 0.01, \*\*\*表示小於 0.001), NA (not account) 表示不計算。

賓朗豬、畜試花斑豬與蘭嶼豬之親緣關係 (Neighbor joining 樹型架構)



1980年 2003年 2011年  
 蘭嶼豬 畜試花斑豬 賓朗豬  
 品種育成所在地  
 台東縣 卑南鄉 賓朗村  
 畜產試驗所 台東種畜繁殖場



100/2/18 新品種成果發表會

純黑蘭嶼豬 變白  
 多年還有 黑色蘭嶼豬變白

(八) 生醫應用情形

2008-8-30  
 黑豬換白臉 高雄長庚成功變臉  
 [記者方志賢 / 高雄報導]  
 目前全世界僅有三例變臉手術, 而台灣變臉移植手術在許多醫生努力下, 技術也已日趨成熟。  
 高雄長庚醫院完成全球醫學文獻首例的大動物迷你豬變臉手術, 這項手術日前發表於美國外科研究雜誌, 題目為「豬臉移植大動物模型臨床前研究」。郭耀仁(高雄長庚整形外科主任)以顯微手術, 幫迷你小黑豬換上白臉, 棕色迷你豬則換黑臉, 這些迷你豬變臉後存活五、六週, 最後雖因排斥喪命, 但卻成了世界醫學文獻上豬變臉首例。  
 臉部移植比肝、心、腎臟移植更困難, 因為其移植組織包含皮膚、肌肉、神經、血管、淋巴組織系統、骨骼等, 其移植複雜程度, 非單一器官移植所能比擬。



生產履歷化 MATERIALS AND METHODS

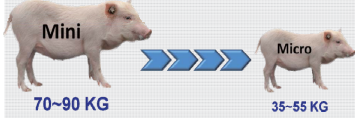
Animals  
 Eleven out-bred domestic miniature swine (Lan-Yu strain and Hwa-Ban strain; age, 3 mo; size, 12-20 kg) were studied. The study was conducted in accordance with Guide for the Care and Use of Laboratory Animals published by the National Institutes of Health (Bethesda, MD). Animals were obtained from Tai-Tung Veterinary Research Institute, Taiwan. Experiments were conducted under the Institutional Animal Care and Use Committee protocol approved by the Chia Taitung Animal Propagation Station, Taiwan Livestock Research Institute.

Abstract  
 Objective: Some alloimmunization (ITA) has been reported in miniature swine. This study was designed to evaluate the effect of cyclosporin A (CsA) on ITA in miniature swine. Methods: Eleven out-bred domestic miniature swine (Lan-Yu strain and Hwa-Ban strain) were studied. The study was conducted in accordance with Guide for the Care and Use of Laboratory Animals published by the National Institutes of Health (Bethesda, MD). Animals were obtained from Tai-Tung Veterinary Research Institute, Taiwan. Experiments were conducted under the Institutional Animal Care and Use Committee protocol approved by the Chia Taitung Animal Propagation Station, Taiwan Livestock Research Institute. Results: The results showed that the use of CsA significantly reduced the incidence of ITA in miniature swine. Conclusion: The use of CsA is a promising method for preventing ITA in miniature swine.

## 工作現況與未來展望

- 持續選育特定用途之試驗動物新品種或品系
- 選育過程儘量保持較高的遺傳多樣性，並注重品種純度選育

- 蘭嶼豬(保種品系)
- 畜試花斑豬
- 畜試迷彩豬
- 蘭嶼豬GPI-CRC-PGD 基因型純合品系
- 寶明豬(白色蘭嶼豬)



49

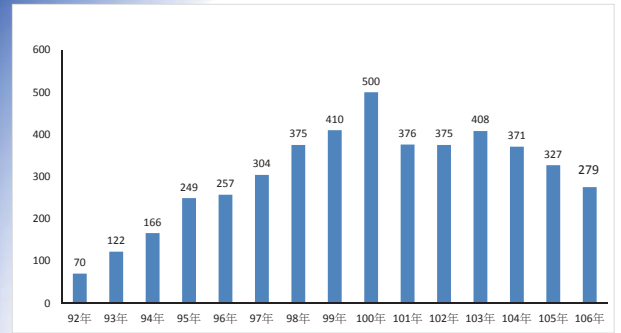


圖 生醫用小型豬推廣頭數

50

表2. 生醫用小型豬推廣品種

Table 2. Sales on the breeds of biomedical minipig

Breeds	Year						
	100	101	102	103	104	105	106
Lanyu pig	363 (72.6%)	291 (77.4%)	283 (75.5%)	314 (77.0%)	337 (90%)	284 (86.9%)	261(93.5%)
Spotty Lanyu pig	74 (14.8%)	55 (14.6%)	48 (12.8%)	76 (18.6%)	30 (8.0%)	36 (11%)	12(4.3%)
Mitsai pig	2 (0.4%)	9 (2.4%)	4 (1.1%)	14 (3.4%)	6 (2.0%)	5 (1.5%)	2(0.7%)
Binlang pig	61 (12.2%)	21 (5.6%)	40 (10.6%)	4 (1.0%)	0 (0.0%)	2 (0.6%)	4(1.4%)

51

表1. 蘭嶼豬、哥廷根小型豬和中國小型豬血液中酶活性項目的比較

Table1. Comparison of blood enzyme activity values among the Lanyu pig, Gottingen minipig and Chinese experimental minipig

Item	Human Reference	Lanyu pig		Gottingen minipig <sup>a</sup>		Chinese experimental minipig <sup>b</sup>		Lanyu pig		Gottingen minipig <sup>a</sup>		Chinese experimental minipig <sup>b</sup>	
		(n=10)	(n=10)	(n=17)	(n=17)	(n=45)	(n=50)	(n=10)	(n=10)	(n=17)	(n=17)	(n=45)	(n=50)
AST(U/L)	8.0-40.0	41.8±17.4	37.1±12.2	23.8±7.6	38.1±11.1	82.1±15.4	63.6±23.1	36.8±7.4	32.8±1.9	37.6±0.8	28.4±2.6	64.9±12.1	61.8±12.9
ALT(U/L)	8.0-40.0	46.1±9.0	46.1±7.7	36.9±14.1	47.9±11.0	94.1±9.7	77.3±21.4	48.9±8.8 <sup>c</sup>	48.1±7.6 <sup>c</sup>	76.9±9.4	61.9±12.1	62.1±12.1	64.9±12.9
GGT(U/L)	8.0-40.0	47.2±4.8	71.1±18.2	82.1±13.4	64.1±14.4	64.9±13.2	81.7±12.9	76.2±11.3	71.2±8.4	64.9±12.1	64.9±12.1	64.9±12.1	64.9±12.1
CK(U/L)	24.0-175.0	107.1±106.4	171.7±171.2	139.4±123.6	134.3±118.8	471.1±108.9	402.1±141.1	69.9±40.4	138.1±134.2	106.9±120.4	104.7±109.3	118.1±171.2	118.1±171.2
ALP(U/L)	26.0-130.0	227.8±125.1	279.8±79.9	219.9±171.6	211.9±161.7	432.1±124.3	371.2±114.9	151.9±11.4	188.6±18.8 <sup>c</sup>	188.6±18.8	188.6±18.8	228.1±18.3	371.2±114.9
DBP(U/L)	60.0-480.0	364.1±141.1	461.7±111.1	464.1±111.1	394.9±121.9	767.7±141.1	719.9±134.9	312.6±121.4 <sup>c</sup>	312.6±121.4	312.6±121.4	461.7±111.1	461.7±111.1	461.7±111.1

<sup>a</sup> P < 0.05, significantly different from male. <sup>b</sup> P < 0.05, significantly different from age.  
<sup>c</sup> The published profiles of Gottingen minipig (Ellegaard gottingen minipig, 2016).  
<sup>d</sup> The published profiles of Chinese experimental minipig (吳等, 2013).

52

表2. 蘭嶼豬、哥廷根小型豬和中國小型豬血液血糖、蛋白質及脂質項目的比較

Table 2. Comparison of blood sugar, protein, and lipid values among the Lanyu pig, Gottingen minipig and Chinese experimental minipig

Item	Human Reference	Lanyu pig		Gottingen minipig <sup>a</sup>		Chinese experimental minipig <sup>b</sup>		Lanyu pig		Gottingen minipig <sup>a</sup>		Chinese experimental minipig <sup>b</sup>	
		(n=10)	(n=10)	(n=17)	(n=17)	(n=45)	(n=50)	(n=10)	(n=10)	(n=17)	(n=17)	(n=45)	(n=50)
GLU(mmol/L)	3.9-6.0	7.1±1.0	7.1±1.1	4.9±1.0	5.1±1.1	5.9±1.1	6.9±1.1	6.9±1.1 <sup>c</sup>	6.9±1.1 <sup>c</sup>	6.9±1.1	6.9±1.1	6.9±1.1	6.9±1.1
ALB(g/L)	38.0-48.0	38.4±1.1	37.4±1.4	38.1±1.1	38.1±1.1	38.1±1.1	38.1±1.1	38.1±1.1 <sup>c</sup>	38.1±1.1 <sup>c</sup>	38.1±1.1	38.1±1.1	38.1±1.1	38.1±1.1
AG	1.0-2.0	1.2±0.2	1.2±0.2	1.2±0.2	1.2±0.2	1.2±0.2	1.2±0.2	1.2±0.2 <sup>c</sup>	1.2±0.2 <sup>c</sup>	1.2±0.2	1.2±0.2	1.2±0.2	1.2±0.2
TP(g/L)	60.0-80.0	60.1±1.0	60.1±1.1	61.1±1.1	61.1±1.1	61.1±1.1	61.1±1.1	61.1±1.1 <sup>c</sup>	61.1±1.1 <sup>c</sup>	61.1±1.1	61.1±1.1	61.1±1.1	61.1±1.1
TG(mmol/L)	0.5-1.50	0.2±0.1	0.2±0.1	0.2±0.1	0.2±0.1	0.2±0.1	0.2±0.1	0.2±0.1 <sup>c</sup>	0.2±0.1 <sup>c</sup>	0.2±0.1	0.2±0.1	0.2±0.1	0.2±0.1
CHOL(mmol/L)	1.1-2.1	1.4±0.4	1.4±0.4	1.4±0.4	1.4±0.4	1.4±0.4	1.4±0.4	1.4±0.4 <sup>c</sup>	1.4±0.4 <sup>c</sup>	1.4±0.4	1.4±0.4	1.4±0.4	1.4±0.4
BUN(mmol/L)	1.1-7.9	1.7±0.2	1.7±0.2	1.7±0.2	1.7±0.2	1.7±0.2	1.7±0.2	1.7±0.2 <sup>c</sup>	1.7±0.2 <sup>c</sup>	1.7±0.2	1.7±0.2	1.7±0.2	1.7±0.2
CREAT(mmol/L)	0.04-0.12	0.11±0.1	0.11±0.1	0.11±0.1	0.11±0.1	0.11±0.1	0.11±0.1	0.11±0.1 <sup>c</sup>	0.11±0.1 <sup>c</sup>	0.11±0.1	0.11±0.1	0.11±0.1	0.11±0.1

<sup>a</sup> P < 0.05, significantly different from male. <sup>b</sup> P < 0.05, significantly different from age.  
<sup>c</sup> The published profiles of Gottingen minipig (Ellegaard gottingen minipig, 2016).  
<sup>d</sup> The published profiles of Chinese experimental minipig (吳等, 2013).

53

表2. 寶明豬、花斑豬、迷彩豬、蘭嶼豬和寧宋豬血液生理指標的比較

Table 2. Comparison of hematological parameters among the Binlang pig, Spotty Lanyu pig, Mitsai pig, Lanyu pig and Leesung pig

Item	Human Reference	Binlang pig	Spotty Lanyu pig	Mitsai pig	Lanyu pig	Leesung pig
		(n=33)	(n=26)	3 months (n=16)	(n=22)	(n=23)
WBC(10 <sup>9</sup> /L)	4.0-10.0	23.6±6.5 <sup>b</sup>	25.5±6.4 <sup>a</sup>	24.4±5.8 <sup>b</sup>	16.1±3.4 <sup>a</sup>	11.6±3.0
RBC(10 <sup>12</sup> /L)	4.0-5.5	7.4±0.9 <sup>b</sup>	8.2±0.8 <sup>a</sup>	8.2±0.6 <sup>b</sup>	7.9±1.0 <sup>b</sup>	7.3±0.5
PLT(10 <sup>9</sup> /L)	140.0-400.0	427.3±150.5 <sup>b</sup>	458.2±146.8 <sup>b</sup>	270.0±94.7 <sup>a</sup>	280.7±167.8 <sup>a</sup>	-
MCV(fL)	80.0-97.0	55.1 ± 3.1 <sup>a</sup>	53.0±2.9 <sup>a</sup>	49.9±2.8 <sup>a</sup>	56.5±3.4 <sup>a</sup>	60.0±2.0
HCT (%)	36.0-47.0	40.8±4.9 <sup>b</sup>	43.4±3.4 <sup>b</sup>	40.8±4.1 <sup>b</sup>	44.4±5.5 <sup>a</sup>	43.3±3.0
MCH(pg)	27.0-33.0	16.7±0.9 <sup>a</sup>	15.7±0.6 <sup>a</sup>	15.2±0.6 <sup>a</sup>	17.4±0.7 <sup>a</sup>	17.9±0.7
MCHC(g/L)	310-370	304.0±8.1 <sup>a</sup>	298.5±13.7 <sup>a</sup>	304.2±9.5 <sup>a</sup>	310.1±9.9 <sup>a</sup>	302.4±6.4
HGB(g/L)	120.0-160.0	124.0±14.9 <sup>b</sup>	130.1±12.5 <sup>b</sup>	124.0±11.2 <sup>b</sup>	137.1±16.4 <sup>a</sup>	132.3±10.3

Values with different superscripts within a row are significantly different (P < 0.05).  
 The published profiles of Leesung pig (行政院農業委員會畜產試驗所, 2015).

54

表1. 蘭嶼豬、寶明豬、花斑豬、迷彩豬、哥廷根小型豬和寧宋豬血液生理指標的比較

Table 1. Comparison of blood enzyme activity parameters among male of the Lanyu pig, Binlang pig, Spotty Lanyu pig, Mitsai pig, Gottingen minipig and Leesung pig

Item	Human Reference	Lanyu pig	Binlang pig	Spotty Lanyu pig	Mitsai pig	Gottingen minipig <sup>a</sup>	Leesung pig <sup>b</sup>
		(n=20)	(n=31)	(n=24)	(n=14)	(n=34)	(n=45)
AST(U/L)	5.0-40.0	59.6 ± 13.2 <sup>b</sup>	53.0 ± 12.6 <sup>c</sup>	40.9 ± 13.1 <sup>b</sup>	45.2 ± 17.9 <sup>b</sup>	19.4 ± 23.0	48.6 ± 12.8
ALT(U/L)	5.0-40.0	45.3 ± 7.7 <sup>b</sup>	56.0 ± 17.7 <sup>a</sup>	48.8 ± 10.1 <sup>b</sup>	58.6 ± 14.0 <sup>a</sup>	47.0 ± 56.5	40.9 ± 7.8
GGT(U/L)	0.0-60.0	70.0 ± 8.8 <sup>a</sup>	65.1 ± 9.1 <sup>a</sup>	58.0 ± 6.5 <sup>a</sup>	70.1 ± 9.0 <sup>a</sup>	54.6 ± 58.2	...
CK(U/L)	24.0-175.0	528.6 ± 187.3 <sup>a</sup>	542.3 ± 259.0 <sup>a</sup>	327.0 ± 158.8 <sup>b</sup>	617.6 ± 213.5 <sup>a</sup>	235.3 ± 299.4	...
ALP(U/L)	20.0-130.0	251.4 ± 65.6 <sup>a</sup>	320.9 ± 87.1 <sup>a</sup>	302.4 ± 71.0 <sup>a</sup>	330.6 ± 87.1 <sup>a</sup>	213.5 ± 215.9	723.8 ± 100.6
LDH(U/L)	60.0-480.0	892.1 ± 129.0 <sup>a</sup>	1002.1 ± 186.6 <sup>a</sup>	915.8 ± 141.3 <sup>a</sup>	983.9 ± 154.1 <sup>a</sup>	394.5 ± 404.8	602.4 ± 108.1

Values with different superscripts within a row are significantly different (P < 0.05).  
<sup>a</sup> The published profiles of Gottingen minipig (Ellegaard gottingen minipig, 2017).  
<sup>b</sup> The published profiles of Leesung pig (行政院農業委員會畜產試驗所, 2015).

55

表2. 蘭嶼豬、寶明豬、花斑豬、迷彩豬、哥廷根小型豬和寧宋豬血液生理指標的比較

Table 2. Comparison of blood sugar, protein, and lipid parameters among male of the Lanyu pig, Binlang pig, Spotty Lanyu pig, Mitsai pig, Gottingen minipig and Leesung pig

Item	Human Reference	Lanyu pig	Binlang pig	Spotty Lanyu pig	Mitsai pig	Gottingen minipig <sup>a</sup>	Leesung pig <sup>b</sup>
		(n=20)	(n=31)	(n=24)	(n=14)	(n=34)	(n=45)
GLU(mmol/L)	3.9-5.6	7.1 ± 2.0 <sup>a</sup>	5.9 ± 1.0 <sup>b</sup>	6.4 ± 1.0 <sup>b</sup>	5.9 ± 0.9 <sup>b</sup>	4.6 ± 5.1	...
ALB(g/L)	35.0-50.0	36.5 ± 2.4 <sup>a</sup>	30.8 ± 4.0 <sup>a</sup>	32.2 ± 2.8 <sup>b</sup>	33.4 ± 2.2 <sup>b</sup>	38.8 ± 39.1	40.4 ± 2.3
AG	1.0-2.0	1.2 ± 0.2 <sup>a</sup>	1.0 ± 0.3 <sup>a</sup>	1.1 ± 0.3 <sup>a</sup>	1.2 ± 0.3 <sup>a</sup>	1.2 ± 1.3	2.2 ± 0.2
TP(g/L)	60.0-80.0	67.9 ± 3.5 <sup>a</sup>	63.8 ± 5.8 <sup>b</sup>	64.9 ± 8.0 <sup>b</sup>	62.3 ± 6.3 <sup>a</sup>	52.3 ± 52.8	59.2 ± 3.2
TG(mmol/L)	0.5-1.50	0.2 ± 0.1 <sup>b</sup>	0.4 ± 0.2 <sup>a</sup>	0.4 ± 0.1 <sup>a</sup>	0.4 ± 0.1 <sup>a</sup>	0.4 ± 0.5	0.7 ± 0.3
CHOL(mmol/L)	1.1-2.1	2.5 ± 0.4 <sup>b</sup>	2.5 ± 0.3 <sup>b</sup>	2.5 ± 0.3 <sup>b</sup>	2.8 ± 0.3 <sup>b</sup>	1.7 ± 2.2	2.6 ± 0.3
BUN(mmol/L)	1.1-7.9	3.0 ± 0.8 <sup>b</sup>	4.3 ± 0.8 <sup>a</sup>	3.4 ± 0.8 <sup>b</sup>	4.1 ± 1.0 <sup>b</sup>	1.9 ± 2.2	4.2 ± 0.6
CREAT(mmol/L)	0.04-0.12	0.11 ± 0.1 <sup>a</sup>	0.11 ± 0.1 <sup>a</sup>	0.11 ± 0.1 <sup>a</sup>	0.11 ± 0.1 <sup>a</sup>	0.11 ± 0.1	0.11 ± 0.1

Values with different superscripts within a row are significantly different (P < 0.05).  
<sup>a</sup> The published profiles of Gottingen minipig (Ellegaard gottingen minipig, 2017).  
<sup>b</sup> The published profiles of Leesung pig (行政院農業委員會畜產試驗所, 2015).

56



表3. 蘭嶼豬、賓朗豬、花斑豬、迷彩豬、哥廷根小型豬和萊索小型豬血液電解質指標的比較

Table 3. Comparison of blood electrolyte parameters among male of the Lanyu pig, Binlang pig, Spotty Lanyu pig, Mitsai pig, Gottingen minipig and Leesung pig

Item	Human Reference	Lanyu pig (n=20)	Binlang pig (n=31)	Spotty Lanyu pig (n=24)	Mitsai pig (n=14)	Gottingen minipig <sup>a</sup> (n=34)	Leesung pig <sup>b</sup> (n=45)
K <sup>+</sup> (mmol/L)	3.5-5.5	6.6 ± 0.6 <sup>a</sup>	5.9 ± 0.9 <sup>bc</sup>	6.1 ± 1.1 <sup>ab</sup>	5.3 ± 0.7 <sup>b</sup>	4.0 - 4.1	7.3 ± 1.7
Mg <sup>2+</sup> (mmol/L)	0.7-1.0	1.0 ± 0.1 <sup>a</sup>	1.1 ± 0.1 <sup>a</sup>	1.1 ± 0.1 <sup>a</sup>	0.9 ± 0.1 <sup>a</sup>	0.9 - 1.0	1.1 ± 0.1
Na <sup>+</sup> (mmol/L)	135.0-155.0	141.0 ± 1.9 <sup>a</sup>	140.5 ± 2.4 <sup>a</sup>	139.3 ± 2.1 <sup>a</sup>	140.9 ± 1.7 <sup>a</sup>	133.0 - 134.2	145.6 ± 4.8
Cl <sup>-</sup> (mmol/L)	96.0-106.0	103.2 ± 2.2 <sup>a</sup>	102.5 ± 2.1 <sup>a</sup>	102.0 ± 2.6 <sup>a</sup>	102.7 ± 1.4 <sup>a</sup>	91.7 - 92.5	104.6 ± 1.38
Ca <sup>2+</sup> (mmol/L)	2.1-2.9	2.5 ± 0.1 <sup>a</sup>	2.4 ± 0.2 <sup>a</sup>	2.5 ± 0.2 <sup>a</sup>	2.5 ± 0.2 <sup>a</sup>	2.4 - 2.5	2.9 ± 0.2
P <sup>+</sup> (mmol/L)	0.8-1.5	2.8 ± 0.2 <sup>a</sup>	2.3 ± 0.3 <sup>a</sup>	2.6 ± 0.3 <sup>a</sup>	2.5 ± 0.3 <sup>a</sup>	2.4 - 2.5	2.8 ± 0.4

Values with different superscripts within a row are significantly different (P < 0.05).

<sup>a</sup> The published profiles of Gottingen minipig (Ellegaard gottingen minipig, 2017).

<sup>b</sup> The published profiles of Leesung pig (行政院農業委員會畜產試驗所, 2015).

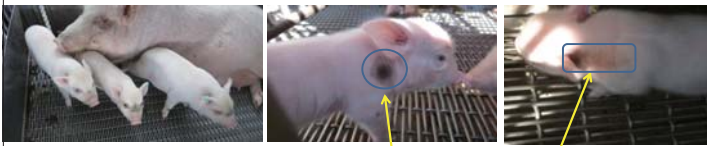
表. 微小型豬各世代繁殖性能比較

世代	G1	G2	G3	G4
總分娩胎數(胎)	6	28	9	6
每胎平均產仔數(頭/胎)	4.67±2.16	4.21±2.28	2.78±1.79	3.15±1.73
每胎平均活仔數(頭/胎)	4.33±2.42	1.07±1.90	0.89±2.32	2.14±1.57
活仔率 <sup>註1</sup> (%)	92.85	25.42	32.00	68.42
每胎平均離乳頭數(頭/胎)	4.33±2.42	1.07±1.90	0.13±0.35	0.33±0.57 (3胎未離乳)
離乳率 <sup>註2</sup> (%)	100	100	12.5	-----

註1: 活仔率=總活仔數÷總出生頭數×100%。

註2: 離乳率=總離乳頭數÷總活仔數×100%。

G4世代全同胞配種：產下G5世代出生仔豬毛色變化



1989-05×1989-02=1公2母 2018/6/10      1989-07×1989-02=3公2母(寄養) 2018/5/29      1989-06×1989-02=1公4母 2018/5/31



表2. 微小型豬各世代分娩情形分析

世代	G1	G2	G3	G4
總胎數(胎)	6	28	9	6
有活仔胎數(胎)	6	9	2	4
無活仔胎數(胎)	0	19	7	2
無活仔胎數比例(%)	0	67.86	77.78	33.33
無活仔之分娩情形	仔豬唇頸裂等畸形(胎)	0	7	1
	咬死仔豬(胎)	0	5	1
	死產(胎)	0	2	4
	仔豬虛弱或壓死(胎)	0	2	1
	難產(胎)	0	2	0
	未至分娩舍(胎)	0	1	0

表3. 微小型豬各世代體測值比較

項目	G1世代	G2世代	G3世代	G4世代	G5世代	
出生	活仔數(頭)	13 (7♂6♀)	26 (12♂14♀)	23 (13♂10♀)	8 (5♂3♀)	19 (5♂14♀)
	平均體重 (kg)	0.69±0.06	0.79±0.14	0.59±0.12	0.47±0.04	0.52±0.09
六週齡	頭數(頭)	13 (7♂6♀)	26 (12♂14♀)	23 (13♂10♀)	8 (5♂3♀)	6 (6♀)
	平均體重 (kg)	5.4±0.66	6.17±1.56	6.26±0.84	6.43±0.84	7.08±0.66
五月齡	頭數(頭)	7 (4♂3♀)	20 (8♂12♀)	22 (12♂10♀)	8 (5♂3♀)	6 (6♀)
	平均體重 (kg)	20.84±3.4	24.94±4.16	23.7±3.73	26.31±2.86	21.16±0.98
一歲齡	平均體長+體高+肩寬總和 (cm)	121.5±7.66	125.63±9.06	128.18±8.97	127.75±5.40	125.5±1.37
	頭數(頭)	11 (6♂5♀)	20 (6♂14♀)	20 (11♂9♀)	8 (5♂3♀)	未滿1歲齡
二歲齡	平均體重 (kg)	54.75±8.23	57.05±11.21	54.51±8.59	57.5±8.0	-
	平均體長+體高+肩寬總和 (cm)	162.17±7.59	169.30±10.92	167.67±10.54	164.75±5.92	-
三歲齡	頭數(頭)	11 (6♂5♀)	14 (5♂9♀)	12 (8♂4♀)	1 (1♂)	未滿2歲齡
	平均體重 (kg)	79.3±15.49	91.95±25.76	76.66±12.43	91.1	-
四歲齡	頭數(頭)	11 (6♂5♀)	14 (5♂9♀)	12 (8♂4♀)	1 (1♂)	未滿2歲齡
	平均體重 (kg)	196.45±10.26	196.86±14.25	188.25±8.36	195	-

生醫用小型豬邁向國際化之痕跡與展望





綜合Kijas et al. (1998) 與Giuffra et al. (2000) 分別分析豬隻MC1R 與KIT 基因序列結果顯示：梅山豬為顯性黑色純合(ED1ED1ii) 基因型，而杜洛克豬為隱性紅色純合(eeii) 基因型。

指在DNA鏈上，有時一個或幾個非3的整數倍的鹼基的插入或缺失，往往產生比鹼基替換突變更嚴重的後果。這種插入或缺失突變會造成閱讀框的改變，翻譯過程中其下游的三聯密碼子都被錯讀，產生完全錯誤的肽鏈或肽鏈合成提前終止。這種插入或缺失突變又稱為移碼突變。

### Molecular Basis for the Dominant White Phenotype in the Domestic Pig

Stefan Marklund,<sup>1,4</sup> James Kijas,<sup>1</sup> Heriberto Rodriguez-Martinez,<sup>2</sup> Lars Rönnstrand,<sup>3</sup> Keiko Funahara,<sup>3,5</sup> Maria Moller,<sup>1</sup> Dirk Lange,<sup>3,6</sup> Inger Edfors-Lilja,<sup>1,7</sup> and Leif Andersson<sup>1,8</sup>

<sup>1</sup>Department of Animal Breeding and Genetics, Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala Biomedical Centre, S-75124 Uppsala, Sweden; <sup>2</sup>Department of Obstetrics and Gynecology, Swedish University of Agricultural Sciences, S-75007 Uppsala, Sweden; <sup>3</sup>Ludwig Institute for Cancer Research, Uppsala Biomedical Centre, S-75124 Uppsala, Sweden

The change of phenotypic traits in domestic animals and crops as a response to selective breeding mimics the much slower evolutionary change in natural populations. Here, we describe that the dominant white phenotype in domestic pigs is caused by two mutations in the *KIT* gene encoding the mast/stem cell growth factor receptor (MCF), one gene duplication associated with a partially dominant phenotype and a splice mutation in one of the copies leading to the fully dominant allele. The splice mutation is a G to A substitution in the first nucleotide of intron 17 and leads to skipping of exon 17. The duplication is most likely a regulatory mutation affecting *KIT* expression, whereas the splice mutation is expected to cause a receptor with impaired or absent tyrosine kinase activity. Immunocytochemistry showed that this variant form is expressed in 17- to 19-day-old pig embryos. Hundreds of millions of white pigs around the world are assumed to be heterozygous or homozygous for the two mutations.

[The EMBL accession numbers for porcine *KIT1*\*0001, *KIT1*\*0202, *KIT2*\*0202, and *KIT2*\*0101 are AJ223228-AJ223231, respectively.]

該基因座存在三個對偶基因 I、I<sup>p</sup>和 I<sup>i</sup>，顯性順序為 I/I<sup>p</sup>/I<sup>i</sup> 對偶基因，I為完全顯性白毛色，分子結構上除帶有正常 *KIT1* 基因 ( 稱為 *KIT1* ) 外，還攜帶含有兩種突變的全長拷貝 ( *KIT2* ) 突變之一發生在intron18上，缺失4個鹼基，導致 *KIT* 基因表達失調，稱為調節突變 ( regulatory mutant ) ；另一突變發生在intron17的第一個核苷酸位置上，發生替換突變 G → A，使剪接時發生忽略exon17的剪接突變 ( splice mutant ) 。

Regions	Year						
	100	101	102	103	104	105	106
Taipei city and New Taipei city	146 (29%)	135 (36%)	84 (22%)	129 (32%)	112 (30%)	38 (11%)	38 (14%)
Taoyuan County	104 (21%)	42 (11%)	4 (1%)	24 (6%)	11 (3%)	47 (14%)	0 (0%)
Hsinchu county	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	16 (6%)
Miaoli County	35 (7%)	18 (5%)	70 (19%)	87 (21%)	60 (16%)	82 (25%)	80 (32%)
Taichung City	42 (8%)	15 (4%)	24 (6%)	7 (2%)	0 (0%)	0 (0%)	2 (1%)
Changhua County	5 (1%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	8 (2%)	0 (0%)	0 (0%)
Chiayi County	17 (3%)	3 (1%)	3 (1%)	24 (6%)	28 (8%)	2 (1%)	19(7%)
Tainan City	117 (23%)	127 (34%)	112 (30%)	75 (18%)	131 (35%)	135 (41%)	123(44%)
Kaohsiung City	22 (4%)	24 (6%)	78 (21%)	62 (15%)	21(6%)	19 (6%)	1 (0%)
Pingtung County	0 (0%)	6 (2%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
Hualien County	12 (2%)	6 (2%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	4 (1%)	0(0%)
Kinmen County	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	2 (1%)	0 (0%)
Total	500	376	375	408	371	327	279 68