

基因選種：純種豬的產仔活頭數

吳明哲博士

行政院農業委員會畜產試驗所遺傳育種組

mcwu@mail.tlri.gov.tw

<http://www.angrin.tlri.gov.tw>

出生時活仔數並非一單純繁殖性狀，其會受到飼養年度、場別、產次和品種等固定效應之影響。環境溫度升高會造成早期胚的死亡，甚至引起大部份全胎的損失，或小部份窩仔數減少的情況。因此，台灣地區的養豬業者，在面對夏季高溫潮濕氣候環境時，要應用場內配種記錄資料，去建立一個簡便的飼養管理環境指標，供改善母豬群之繁殖效率。

每胎出生活仔數

種豬場的經營管理系統中，配種分娩記錄的綜合應用可供評估該場豬群年繁殖效率。台灣地處亞熱帶，因月平均濕度的範圍在 79.2% 到 85.2%，年平均濕度為 82.7%，故全年均處於潮濕狀況，平均每日最低溫高於年平均溫度(23.2)的六、七、八月份為高溫多濕的季節。每年四月份至十一月份間，南部地區每日最高溫常在 29 以上，母豬群長期處於此環境下，其受精率、受胎率、胚存活率、胎存活率、分娩率、出生時總產仔數與活仔數受到配種月份及配種後環境溫差的影響。種母豬群年繁殖效率之高低主要決定於出生時活仔數與胎距長短。產仔數隨產次增加而增加，人工授精並不會影響到平均產仔數。

表1. 純種登錄母豬的每胎出生活仔數

仔豬 出生年 (民國)	杜洛克				藍瑞斯				約克夏			
	胎數	出生活 仔數最 大值	出生活 仔數平 均	出生活 仔數標 準偏差	胎數	出生活 仔數最 大值	出生活 仔數平 均	出生活 仔數標 準偏差	胎數	出生活 仔數最 大值	出生活 仔數平 均	出生活 仔數標 準偏差
81	5291	19	8.18	2.65	8283	18	8.91	2.76	2802	18	8.77	2.85
82	5119	17	8.25	2.66	7744	18	9.02	2.76	2717	18	8.79	2.85
83	5379	17	8.46	2.67	8453	21	9.11	2.74	3088	19	8.92	2.92
84	4943	17	8.54	2.69	8554	19	9.04	2.84	3313	18	8.70	3.13
85	5251	17	8.57	2.60	9126	19	9.28	2.82	3817	18	8.94	3.05
86	3801	17	8.43	2.42	6707	19	9.44	2.41	2842	22	9.16	2.89
87	3083	15	8.32	2.64	5139	17	8.88	3.32	1746	20	9.14	2.54
88	3277	17	8.80	2.30	5772	18	9.93	2.36	1542	18	9.17	2.53
89	3852	18	8.89	2.39	6389	19	9.88	2.47	1728	18	8.95	2.57
90	4159	21	8.86	2.49	6168	20	9.82	2.50	1463	18	8.78	2.59
91	3602	19	8.90	2.66	5879	20	9.87	2.55	1303	17	8.73	2.76
92	3427	18	9.32	2.42	5718	20	10.20	2.50	1275	19	8.99	2.59
93	1292	15	9.53	2.25	1992	19	10.46	2.43	393	19	9.00	2.45

備註：93 年僅上半年的分娩記錄。

懷孕天數與產仔數呈負相關

純種豬場採用人工授精的兩大優點，一者可定期鏡檢公豬精液品質，以確保受精率；再者可減少因種公、母豬體型差異上的物理傷害。新母豬和腳結構不良的經產母豬常易被體型壯大的公豬撞傷和壓、扭傷腳結構，形成母豬淘汰損失率增加之繁殖管理問題。因此，鼓勵業者多利用人工授精技術於新母豬群。

母豬以人工授精或自然配種而受孕產仔，每胎至少有一頭仔豬出生的分娩記錄才被列入分析，其懷孕天數有 107 至 122 天不等（ 114.8 ± 1.9 天）。配種方式並未影響到懷孕天數的頻率分佈。懷孕天數自 107 天至 122 天的 S 形累計頻率分佈，說明母豬懷孕天數可縮短至 107 天機率很低，但亦不致於延遲很多到 122 天，意謂著有 80% 的母豬是在懷孕天數為 112 至 117 天間分娩，這種情況並不會因配種方式、產次和品種而有卡方測驗的顯著性差異存在。懷孕天數遺傳變異率為 0.45，暗示懷孕天數的選拔有其可能性。

母豬懷孕天數自 107 至 122 天不等，當按母豬品種和產次來計算懷孕天數和產仔數之相關係數後，發現初產母豬的懷孕天數在三個品種均與產仔數呈負相關（ $P < .01$ ），在藍瑞斯、約克夏和杜洛克種分別有 -0.22、-0.16 和 -0.17，各品種亦均隨產次增加而漸不具顯著的相關性。懷孕天數與產仔數呈負相關，表示產仔數多者之母豬，其懷孕天數較短。窩重和懷孕天數亦呈顯著負相關，但仔豬公母比例對懷孕天數則未有顯著性影響存在。

表 2. 純種母豬第一產至第三產的懷孕天數與出生總仔數之相關係數

產次	藍瑞斯	約克夏	杜洛克
1	-0.22*** (757)	-0.16** (399)	-0.17*** (498)
2	-0.24*** (545)	-0.13* (294)	-0.10* (353)
3	-0.13** (408)	-0.06 (213)	-0.07 (246)

* $P < .05$ ；** $P < .01$ ；*** $P < .001$

括弧內數字是分娩母豬頭數。

出生時仔豬存活率

出生時仔豬存活率方面，藍瑞斯、約克夏和杜洛克品種分別為 84%、80% 和 84%，三者間無顯著的差異。應注意一些活胎在分娩過程因缺氧窒息而死或出生後脫離胎衣困難而死的。

表 3. 純種母豬產仔性狀之遺傳率及遺傳相關係數

	每胎出生活仔數	三週齡每胎活仔數	三週齡每胎窩重
每胎出生活仔數	0.10		
三週齡每胎活仔數	0.90	0.10	
三週齡每胎窩重	0.50	0.50	0.15

繁殖能力之估算

母豬生產力為豬隻生產效率之一重要因素，而母豬繁殖性能為其生產力之重要組成因

子。若以每年生產豬隻頭數為母豬生產力之評估標準，則產仔數與出生後各階段之育成率為影響其生產力之主要因素。出生時總產仔數包括出生時活仔數、死產、木乃伊等。出生存活率乃以活仔數佔總產仔數的百分比計算。因豬隻配種間距直接影響每頭母豬的終生生產能力，故每頭豬發情配種後，即連續觀察發情徵狀直至移入懷孕舍。配種間距之計算如下：

- 若懷孕而至生產仔豬者，則其配種間距為零天。
- 若豬發情配種後，過些時日又重發情再次配種，則其配種間距為兩次配種日期之間隔天數。每次配種日期是以初配日期為準，隔天複配略之。配種後母豬在懷孕舍和分娩舍期間，以人工視察懷孕狀況，若有流產或發情徵狀，則移回待配舍重新等待發情配種。配種分娩資料經整理與計算各母豬之配種間距後，再依其配種時之月份，整理成十二個月的配種資料，並以當月全部配種次數代表當月配種頭數。綜合應用當月配種頭數、配種後在 18 至 23 天重發情頭數、配種後在 24 至 35 天重發情頭數以及實際分娩頭數，估算豬群的繁殖受孕能力簡列於下：

分娩率 = 配種間距為零天，亦即配種後有分娩記錄的頭數佔配種頭數的百分比；

受胎率 = 100% - 配種間距為 18 至 23 天頭數佔配種頭數的百分比；

胚死亡率 = 配種間距為 24 至 35 天頭數佔配種頭數的百分比；

胚存活率 = 100% - 胚死亡率；

受精率 = 受胎率 + 胚死亡率；

胎死亡率 = 受胎率 - 分娩率；

胎存活率 = 100% - 胎死亡率；

實際分娩率 = 配種後實際分娩頭數佔配種頭數的百分比。

藍瑞斯、約克夏和杜洛克種在不同配種月份之受精率、受胎率和胚存活率，並未受配種月份之溫濕度改變而有明顯的關連性存在。但是胎存活率和實際分娩率則具季節性變化。在平均每日最低溫高於年平均溫的六、七、八月份中配種的母豬，其實際分娩率顯著地低落至 60% 以下，九和十月份中配種的母豬，其分娩率亦未見改善，直至十一月份其月平均溫度低於年平均溫度時，該月配種的母豬受孕分娩率才獲得改善。資料暗示純種母豬的配種月份為高溫潮濕的月份情況下，其胎存活率和分娩率均受熱緊迫影響甚巨；但若配種月份為熱緊迫時節後的九和十月份，其生理狀況已受熱緊迫的影響而使子宮著床環境受到改變，進而導致胚胎著床不健全的全胎流產。

高溫潮濕月份來臨前配種的母豬，其分娩率下降之可能原因為其懷孕中或末期正處於熱緊迫月份。純種母豬在高溫潮濕月份來臨前一至二個月、高溫潮濕月份中或高溫潮濕月份後的一至二個月間配種，其胎存活率和分娩率均會受到影響，甚至有降低 20% 至 25% 的情況發生。雖然母豬對熱緊迫的承受性因品種不同而有差異，但均呈一致性的季節性變化。

在高溫潮濕的月份中，母豬會能因食慾不振導致胎兒發育不良，進而發生中途性流產。杜洛克種的受精率、胚存活率和受胎率均顯著地低於其他兩個品種，而其受胎率低落的原因，可能是因受精率低或胚存活率低所致。

應用配種間距之分布頻度所估算的受精率、胚存活率、胎存活率、以及受胎率、分娩率和實際分娩率結果顯示，若欲改善杜洛克品種的繁殖能力或其受胎率，則應著重於改善其受精率和早期胚之存活率；欲改善其受精率則應注意發情之觀察和人工授精配種適期之決擇，同時配種後之母豬應儘量減少再接觸到公豬，並減低飼料熱能之供給為宜。

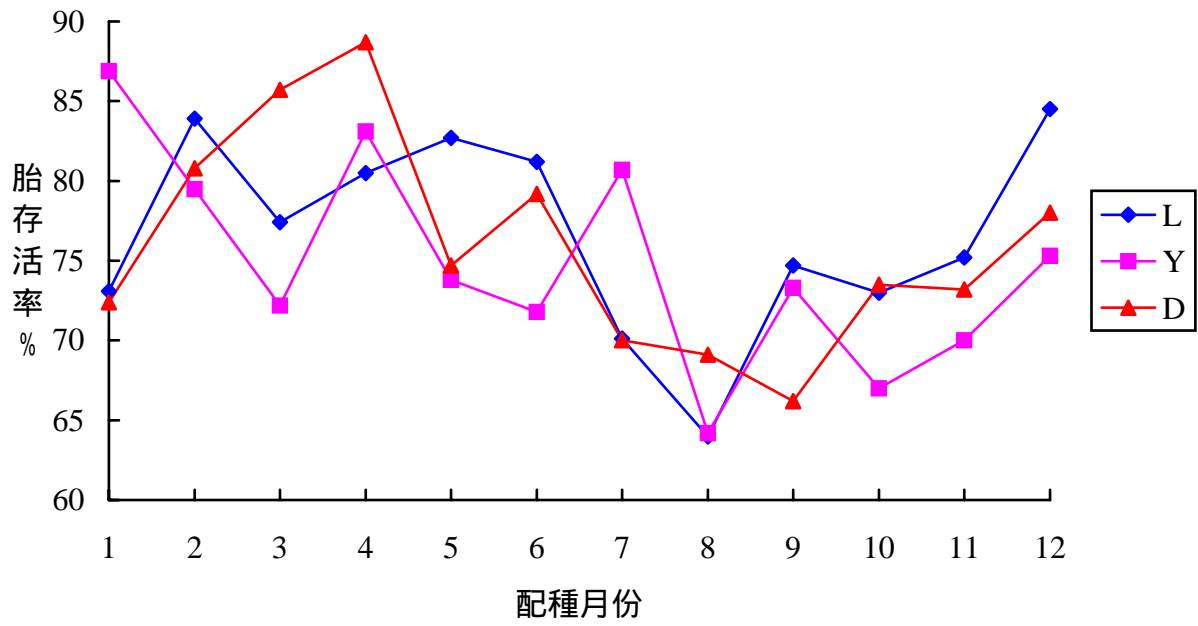


圖 1. 各品種母豬的配種月份及其胎存活率。

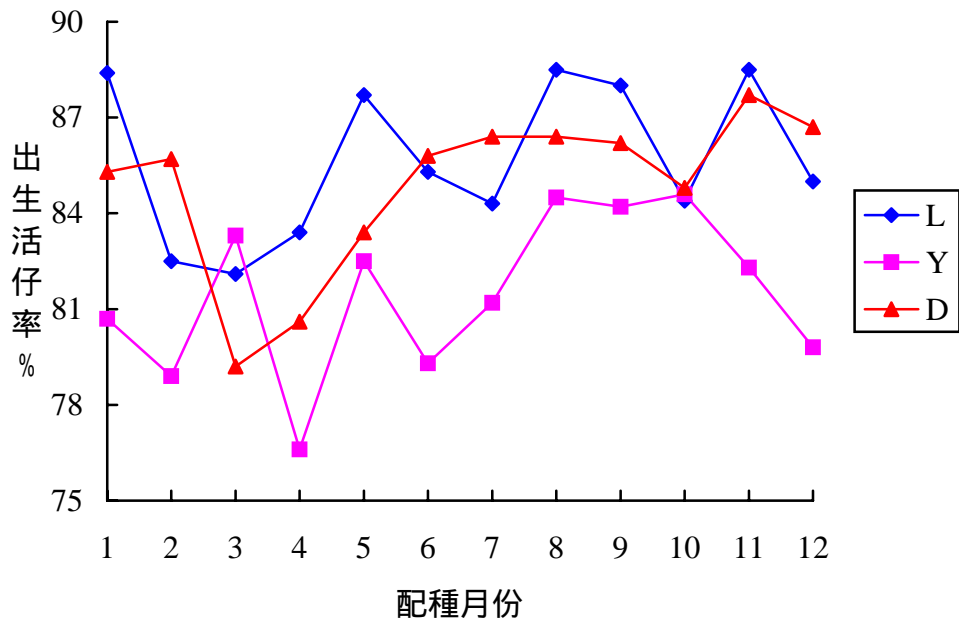


圖 2. 各品種母豬的配種月份及其初生活仔率。

初產月齡

種母豬的繁殖效率直接影響豬場的經營利潤，而選留女豬能否順利發身、受胎、分娩則為第一道關卡。種女豬之發情配種能力可設定為在某一特定月齡前能否發身、能否發情配種或能否受孕分娩為判別標準。據中華民國養豬協會種豬登錄委員會 1985—1989 優良種豬登錄計畫年度總報告指出，母豬初產日齡之平均為 432 日。乃以 432 日的月數整數 15 個月為留種女豬的特定月齡，把每頭女豬是否在 15 月齡前有發情配種記錄予以標定每頭女豬。若一頭女豬在移入待配舍不久就因管理上問題予以淘汰，則此頭女豬基於繁殖均等機會前題下就被標定為未具配種能力的女豬；再者，如有一頭女豬雖未在 15 月齡前有發情配種記錄但 15 月齡後有發情配種記錄，此頭女豬仍被標定為未具配種能力的女豬，而女豬的配種能力鑑定有其最晚的日齡，超過此日齡者就視為淘汰對象。那麼，L、Y 和 D 品種的女豬之發情配種率是以 15 月齡前有發情配種記錄的頭數佔留種時的種頭數百分比計之；同樣的，全年各月份出生的留種女豬有多少百分比的女豬具有發情配種記錄來表示各出生月份的女豬之發情配種率。

初配日齡和初產配種日齡資料統計乃以全場配種日期資料檔來計算某頭豬每次配種時之日齡，再把那些配種日齡小於 450 日的資料予以保留為另一資料檔，若該次配種標示有分娩產仔代碼，則認定該次配種為有效配種，其配種日齡就是有效配種日齡。若進而把該資料檔中每頭豬的數個發情配種日齡或數個有效配種日齡按日齡早晚排列，則每頭豬的最早發情配種日齡就是初配日齡，而最早有效配種日齡就是初產的配種日齡。初配日齡和初產的配種日齡按女豬之品種和出生時月份來進行最小均方平均值變因分析，若初配日齡和初產的配種日齡為同一日齡，即表示初配為有效配種，則達有效配種的配種次數為一次。若初配並未能有效配種，則該頭豬於 450 日齡前能有效配種所需的配種資料亦可由資料檔計算出，但若直至 450 日齡尚未能有效配種的女豬則僅供計算初配日齡。每選留 100 頭女豬做種用，其於 15 月齡前的發情配種的女豬或這些有初配日齡的女豬中能有多少頭可有效地使其受孕分娩，受孕分娩頭數佔有初配頭數的百分率即為配種受孕率。再者，留種用的 100 頭女豬能有多少頭於 15 月齡前有效配種，即為留種可分娩率。

利用同母異父半同胞資料估計了初產配種日齡之遺傳變異率有 0.49 ± 0.35 ，但若以同父異母半同胞資料估計之遺傳變異率則較穩定於 0.49 ± 0.26 。因此，注重高遺傳變異率的初產配種日齡之選育，不僅可藉以減少那些無法有效配種的女豬頭數，尚可因而增強女豬適應熱緊迫的能力。女豬初配日齡平均為 267 日，剛發身的女豬若經三次發情配種後仍未受孕，即可加以淘汰之。選育計畫中的選拔強度常因留種的女豬無法如期地發情、配種、受孕和產仔，而導致選拔強度無法在每一世代維持在上限。選留的女豬能在 15 月齡前可有效配種上的配種受孕率為 79% 和留種可分娩率為 65%。選留的 L、Y 和 D 品種女豬之配種受孕率分別為 78.5、74.9 和 84.3%，而留種可分娩率分別為 65.2、59.3 和 71.4%。尤其 Y 品種女豬的留種可分娩率低至 59.3%，如何讓國內所飼養的每頭 Y 女豬之配種能力得以估計出仍需探討。

基因選種

家豬(染色體 $2n=38$)的分類學名為豬屬馴化豬種(*Sus scrofa domestic*)，是由歐亞野豬(染色體 $2n=36$)演化而來，歸屬於豬科(Suidae)、豬亞目(Suiformes)和偶蹄目(Artiodactyla)。一個動物群被視為「品種」的共同定義為這群動物來自一個共同祖先，具有可區分的特性。台灣地

區豬種依五月齡體重大小，可分為 100 公斤重的大體型豬種 藍瑞斯、約克夏、杜洛克與盤克夏；50 公斤重的中體型豬種 桃園；和 20 公斤重的小體型豬種 蘭嶼。「遺傳標記輔助選拔」廣受全世界畜禽育種研究組織之應用，其可用於畜禽重要經濟性狀的基因定位，以加速畜禽品種之改良效率。利用遺傳標記輔助選拔可加速提升台灣豬隻繁殖性能，增加養豬產業的競爭力。結合傳統遺傳育種與現代分子遺傳技術篩檢繁殖重要基因型，以進行種豬早期選優汰劣，提升豬選育效率，將能更正確且有效的加速改善台灣繁殖經濟性狀。將豬 38 條染色體上的遺傳基因所在位置繪集成地圖「豬基因圖譜」，再瞭解這許多基因在豬隻性狀上所扮演的功能，可選留具優質基因之種豬。利用基因檢測來選擇種豬，並依基因型來配種，孕育出來的種豬就是「基選豬」。

『遺傳』這個複雜的神秘機制，主要是靠隱藏在細胞核內的染色體，把生命的秘密一代又一代的往下傳。當一隻母豬受孕發生時，受精卵中除了母豬本身提供的半套染色體(19 個；18 個為體染色體加上一個性染色體)；另外的半套(同樣為 19 個)則由與配的公豬來提供，小豬就這樣藉由雙親的組合而獲得父親和母親的遺傳物質。當然，小豬和單一的父親或是母親是必然有著部份的不同，它有時既像父親，又像母親，但又有時雙親都不像。正常的時候經由父、母親的染色體的不同組合產生新的小生命，就像是萬花筒，每一次的觀望總是帶給大家不同的驚喜。也因此自然情況下，一胎胎的可愛小豬總是不會完全相同的。

豬的遺傳物質為去氧核糖核酸(DNA)，DNA 是由核甘酸的單體物所組成，每一個核甘酸均由磷酸、五碳糖及四個氮鹽基中的一個組合而成。四個氮鹽基中，腺嘌呤(A)和鳥糞嘌呤(G)二者是屬於嘌呤族；胸腺嘧啶(T)和胞嘧啶(C)二者則屬於嘧啶族。在 DNA 的序列中，含編碼區域與未編碼區域。編碼區域的 DNA 序列能被轉譯成蛋白質，這些蛋白質具有生理功能；未編碼區域的 DNA 序列則無法轉譯出蛋白質，其生物功能尚未完全清楚，然此區域含有大量的遺傳變異度，正可用以區別個體間的遺傳差異性。DNA 比對技術有許多方法，如指紋法(Fingerprinting)、限制性片段長度多態型法(Restriction fragment length polymorphism, RFLP)、微衛星型定型法(Microsatellite typing)、迷你衛星型定型法(Minisatellite typing)和遺傳位元分析法(Genetic bit analysis)，每個方法各有具千秋與時空背景。微衛星是指在 DNA 序列中，含有短的串聯重複的核甘酸，其重複的單位有單、雙、三或四個核甘酸，例如分別為 TTTTTT、TGTGTGTG、GTCGTCGTC 或 GATCGATCGATC 在這些組合中，以雙重複者最多見。這些串聯重複的核甘酸序列通常位於未編碼區域，此區域含有大量的遺傳變異度。微衛星定型法的分析，包含偵測非常專業的 DNA 片段和計算該區域中的對偶基因大小兩方面。此種方法的缺點在於偵測這些微小的差異時，需要相當嚴苛的控制技術；而優點在於使用此法能夠呈現動物間巨大的遺傳變異度，亦相當容易去解釋和應用。當使用聚合酶連鎖反應(PCR)來快速進行 DNA 比對時，微衛星型引子(Primer)的設計特別重要，必須將引子設計在短且特定的 DNA 片段長度範圍內，並可正確地分辨對偶基因的大小。應用 PCR 來篩檢不同個體的 DNA，能將很少量的 DNA 經過反覆的作用後，能使特定 DNA 片段複製增量，再以膠體電泳分離染色後呈像，得以判斷其大小，更將此 DNA 比對結果跟生長繁殖性能資料，做基因座連鎖的分析。

1. 第一號染色體上具不同多產基因型之母豬，其個體間出生窩仔豬數差異為每窩 1.5 頭仔豬。
2. 第四號染色體上之基因對出生至 70 公斤之生長速率、小腸長度及平均背脂與腹脂百分率有相當大的作用。
3. 第六號染色體上之基因與仔豬離乳重、離乳後增重較快、及較高肌肉堅實度及較低

腿肉之評分有關。

4. 第十三號染色體上之基因與仔豬出生重及出生至 30 公斤重間隻日增重有關。

豬肉品質特性對多數消費大眾而言，通常是指豬肉的顏色、硬度、組織性(如水樣肉)、肌間脂肪量、肉質口感(嫩度、多汁性及風味)、瘀血、貯存期限等，均是豬肉品質的範圍。豬隻遺傳技術及育種選拔計劃影響著養豬事業的興衰，1997 年之前，台灣豬肉外銷數量具世界前茅，遺傳與育種功不可沒。舉凡生長速率、飼料轉換率，屠體組成及豬肉品質等均可經由遺傳育種計劃獲得長足的改善，例如豬隻帶有或顯現出鹵乙烷基因(halothane gene)者可有效地增加屠體瘦肉率；然而攜帶此基因具有容易形成水樣肉(PSE)的潛在缺陷，因水樣肉之保水性等肉質性狀不佳，深受加工業或消費者之排斥。由遺傳率(h^2)估計豬肉品質特性顯示若干肉質性狀可經過直接或間接選拔加以改善，但選拔增高屠體瘦肉產量或減少屠體脂肪比率時，相對的造成肌肉水分含量提高，降低肌肉 pH 值及肌間脂肪(intra-muscular fat)減低。

應用 MS-PCR 法協助國內十九家民間種豬場種豬 ESR 多產基因型與抗緊迫基因檢測，供種豬登錄與更新種豬之選拔依據，MS-PCR 多產基因檢測方法已取得台灣專利，而申請美國專利公告中。應用豬隻第一、六及八號染色體上 33 個微衛星型遺傳標記，進行多產基因定序與應用研究，發現數個可能與母豬產仔性能有顯著相關的遺傳標記，並可進一步區別有利與不利之交替基因；但具品種差異性存在。進一步擴大篩檢種母豬族群與參考族群，俾能正確評估相關遺傳標記效應，達到基因化早期選育的目的，進而提升產業競爭力。

豬 Pig Gene Maps

Pig Map - at Iowa State Univ. <http://www.genome.iastate.edu/pig.html>

Pig Map - at USDA http://www.marc.usda.gov/genome/swine/htmls/chromosome_list.html

Pig Map - at Roslin Inst., UK <http://www.projects.roslin.ac.uk/pigmap/pigmap.html>

Pig Map - at France <http://www.toulouse.inra.fr/lgc/pig/cyto/cyto.htm>

Pig Map - at Japan <http://ws4.niai.affrc.go.jp/dbsearch2/pmap/>

Somatic Cell Hybrid Panel, Pig <http://www.toulouse.inra.fr/lgc/pig/hybrid.htm>

家畜禽基因定位網站 <http://www.angrin.tlri.gov.tw/atlas/genome.htm>

願景

台灣的種豬品種之血源有歐洲、美國、加拿大、日本等種原在內，並逐年有新血源引進，經過數十年的台灣氣候之自然篩選，已含有適應濕熱型氣候的基因，加上多年來台灣重視這些品種的經濟價值及其生產效率之提昇工作，台灣品種已成為熱帶地區的優質品系。藍瑞斯、約克夏和杜洛克豬種於民間種豬場與種豬檢定站，均會有每頭種豬的血統登錄證明書。種豬檢定站完檢出售的每頭豬均進行基因登錄，檢測引起緊迫猝死的緊迫基因(AA, AB, BB)、控制排卵數量的多產基因(MM, MN, NN)、以及影響到肌肉內的脂肪堆積分佈的肉質基因(HH6, HL5, HL4, HL3, LL2, LL1, LL0)，這三種基因檢測是 DNA 序列之單點鹼基突變所致功能差異。種豬場辦理種豬比賽的每頭豬均進行基因登錄。

未來願景，應主動與 WTO 國家共同建立一個優質基因組合的抗熱品系動物的行動方案，並共同建立亞洲優質品種生殖技術服務網，如此，台灣優質豬種與基選豬的外銷會對亞洲各國生產量有舉足輕重之影響。