



台灣百靈佳殷格翰將與您再次攜手共創未來

郵寄處

台灣百靈佳殷格翰股份有限公司
104台北市民生東路三段49/51號12樓

電話：+886-2-2503-2636
百靈佳客服信箱：ah.tpe@boehringer-ingelheim.com



國內
郵資已付

台北郵局許可證
台北字第4326號

印刷品

(無法投遞請退回原址)

5 StP

百靈佳藍耳病五步驟完整控制方案

1 一號檢查站
設定豬場期望的目標

藍耳病控制者

2 二號檢查站
了解豬場現況

診斷專家

3 三號檢查站
確認豬場目前的問題點

4 四號檢查站
制定豬場控制方案

生物安全專家

5 五號檢查站
執行控制方案及監測

藍耳病控制者

獸醫師

豬場管理者
及獸醫師

本期主題

1. 從全球使用減毒疫苗對抗藍耳病的20年成功經驗出發
2. 養豬場沼氣可以成為綠色能源嗎?
3. 百靈佳藍耳病五步驟完整控制方案

從全球使用減毒疫苗對抗藍耳病的20年成功經驗出發

談台灣當前豬隻藍耳病控制的重要性及急迫性

藍耳病對於大多台灣養豬業者而言，一直是一個既熟悉又陌生的疾病。熟悉的是幾乎每一個豬場都曾經發生或正在面臨因為藍耳病引起的母豬流死產，及保育肥育豬隻呼吸道疾病複雜化的困擾；而陌生的地方則在於多數養豬業者對於目前場內藍耳病病毒的現況，及其有效控制方法並不甚了解。103年11月14日由台灣百靈佳格翰公司舉辦的「第一屆台灣藍耳病論壇」中，許多來自美國、泰國及台灣本地的藍耳病控制專家聚集在一起，針對美國、泰國及台灣的藍耳病現況及控制經驗做了相當完整的實務經驗分享及討論，以下便就這些專家演講的內容做一整理，以協助養豬業者對正確的藍耳病控制方案有更全面性的理解。

藍耳病的歷史

最早證實豬藍耳病病毒出現的時間為1979年，病例出現在加拿大安大略省；1987年美國中西部也診斷出豬隻藍耳病病毒感染的病例，當時稱之為神秘豬病；東德也在1988年分離出歐洲第一例藍耳病病毒，之後於1994年百靈佳公司在美國上市了全球第一個藍耳病疫苗。美國中西部於1996年發生急性藍耳病的流產風暴，明尼蘇達州則在2000年出現高病原性184毒株；2006年在中國發生的高致病性藍耳病，更造成大量豬隻死亡及重大的經濟損失；緊接著在東南亞國家也證實了高致病性藍耳病的存在。

自2010年起至今，在美國可見到許多新型藍耳病致病性毒株出現，顯示此一病毒朝著高致

病力的方向演化，為此全球的養豬業者莫不戰戰兢兢地落實藍耳病的有效控制，以避免重大的經濟損失。

認識藍耳病

豬藍耳病病毒為單股RNA病毒，易於突變是此種病毒的特性。藍耳病病毒可分成第一型(歐洲型)及第二型(北美型)，亞洲地區最主要造成感染及重大經濟損失的是第二型(北美型)藍耳病病毒。

藍耳病病毒的傳播途徑相當多，包括藉由豬隻、精液、運輸工具、人員、注射針頭、病毒汙染物及經由空氣(可達9.1公里)等途徑傳播，故其預防相當不容易，就目前台灣地區的豬場的密集程度而言，幾乎所有的豬場都屬於藍耳病傳播的高風險豬場。

藍耳病病毒最主要的特徵是感染豬隻的巨噬細胞，進而抑制豬隻免疫功能，造成藍耳病感染豬隻易於感染其他病原(如環狀病毒、黴漿菌、豬瘟、流行性下痢) PED²、巴斯德桿菌及副豬嗜血桿菌等)，使得豬場疾病更為複雜且不易控制。

已經有許多研究報告證實感染野外藍耳病的豬群，會降低其接種豬瘟疫苗後產生的抗體反應，進而影響保護效果。而也有許多的現場經驗指出豬場藍耳病穩定度與流行性下痢(PED)嚴重程度間的關聯性，在豬場PED爆發進行大規模反飼接種後，也明顯觀察到藍耳病不穩定的情形。

藍耳病感染後的症狀，依病毒株的毒力不同、豬群的健康狀況、豬場的管理及共同感染的疾病不一而有所不同；最常見的臨床症狀則

為母豬的流死產(懷孕56日齡以上感染)，出生後仔豬感染則可見哺乳仔豬相對較高的死亡率及保育肥育豬隻的呼吸道疾病的複雜化等。

通常在藍耳病陰性場首度爆發藍耳病時，可見到極其嚴重的臨床症狀，如母豬群的流產風暴、哺乳仔豬及保育肥育豬隻的高死亡率；一旦豬場渡過藍耳病的急性爆發期後，若無有效的控制策略介入(如減毒疫苗的注射配合生物安全措施、場內傳播途徑阻斷及豬群生產流程的管理等)，多數豬場的野外藍耳病病毒，會在場內免疫力不一致及不同年齡層的豬隻間持續循環感染，造成嚴重的經濟損失。

藍耳病較常於冬季換氣不良且緊迫較大之環境下發生，在美國大規模的研究結果指出，每年的10月到次年的3月為藍耳病發病的高峰期，台灣地區亦可觀察到類似的疾病發生傾向。

台灣豬隻藍耳病的現況

台灣地區至今僅有第二型(北美型)藍耳病病毒的正式報告，仍未有任何歐洲型病毒分離的報告發表。民國82年，張志成教授等人分離出台灣首例的藍耳病病毒並發表於學術期刊，確認了台灣為藍耳病感染的區域，於：邱明堂教授等人在民國86年發表的報告中指出，在台灣地區病弱保育豬隻肺臟檢出藍耳病病毒的機率高達23.6%；近年來，許多學術機構的臨床豬病診斷結果也一再證實，藍耳病在當前台灣豬隻常見疾病中所扮演的關鍵性角色(見表一)。

表一 民國100-103年屏科大動物疾病診斷中心送檢豬隻藍耳病病毒檢出率

年度	總診斷病例數	檢出藍耳病病例數	藍耳病檢出率(%)
100	324	99	30.6%
101	765	388	50.7%
102	836	295	35.3%
103	573	270	47.1%
總計	2,498	1,052	42.1%

由屏科大邱明堂老師與林昭男老師於民國102年發表的報告，證實台灣地區健康豬隻和罹病豬隻血液中藍耳病病毒量，有極顯著差異，且臨床上呈現呼吸症狀的豬隻中，藍耳病病毒的檢出率平均可高達80%以上，且多數間質性肺炎及

增殖性壞死性肺炎的病例，均可檢驗到藍耳病病毒，顯示藍耳病病毒是造成當前豬隻呼吸道疾病非常主要的病原。而此報告亦指出台多數豬場，仔豬藍耳病病毒血症出現在4-10週齡，與當前保育豬隻發生呼吸道疾病的時間點相當吻合。

藍耳病造成的經濟損失

藍耳病感染引起的金錢損失非常昂貴，為當前造成全球養豬產業損失最重大的疾病；養豬事業的核心目標為追求生產成績的持續進步及長期穩定性，所以有效降低因藍耳病造成的經濟損失是豬場能否達到永續經營的關鍵。以下臨床案例可供大家參考因藍耳病感染造成之損失：

繁殖道型藍耳病急性爆發案例：2000頭型藍耳病陰性母豬場爆發藍耳病，母豬死亡率超過60%，哺乳仔豬死亡率為100%，造成之直接經濟損失達到 75萬美元，平均每頭母豬隻的損失可達到375美元(約11,250元台幣)。

保育豬呼吸道感染案例：將88%藍耳病陰性離乳仔豬與12%來自藍耳病發病母豬場離乳仔豬混養，約2週後可見到豬群出現呼吸道感染，造成死亡率升高的情形，約在6週後達到死亡高峰，總累計死亡率在混養後12週可以超過12%。此種保育豬隻藍耳病爆發的案例帶來之經濟損失可達到每頭豬12.87美元(約390元台幣)左右。

生長肥育豬隻藍耳病感染案例：可見到呼吸道疾病複雜化不易控制，伴隨著死亡率增加的現象、明顯影響豬隻的飼料換肉率及平均日增重。根據統計，離乳後豬隻感染藍耳病造成之損失中有55%為飼料成本的增加，藍耳病控制不佳的豬場肉豬飼料換肉率增加0.1是可以預期的，以增重100公斤上市豬隻為例，每頭豬隻所需的飼料量會多出10公斤，等於每頭上市肉豬要增加150元新台幣的生產成本(以每公斤飼料15元計算)，而這種無形但重大的經濟損失更是值得養豬業者重視。

藍耳病的診斷

診斷需要整合許多重要的資訊，包括臨床症狀、解剖病變、實驗室診斷結果(包括血清學及病毒學檢測)等，豬場完整的生產指標紀錄(如分娩率、產仔數、母豬離乳頭數、保育豬隻及肥育豬隻死亡率、飼料效率及日增重等)更是完整診斷藍耳病不可或缺的重要資訊。

| 藍耳病控制的黃金定律

相較於其他疾病，豬場藍耳病的有效控制顯得更為複雜，包括只引進陰性豬隻及陰性精液、豬場生物安全的嚴格執行、封閉豬場、空氣過濾、豬群健康管理及安全有效的商品化疫苗施打等；經過全球的學者專家及臨床獸醫師多年來在豬場的反覆試驗證實，要達到最佳的藍耳病控制效果及獲得最大的經濟效益，需要同時注重到兩個核心關鍵：

極小化病毒感染量：需要考慮到藍耳病毒於豬場與豬場間的傳播及豬場內部的傳播兩大方向。預防豬場間的傳播主要倚賴良好的生物安全來達成，其中最需注意的是無藍耳病毒感染精液及更新母豬的引進；豬場內部的傳播則建議將豬

場內所有可能的傳播途徑阻斷，以降低病毒在豬場內豬隻與豬隻間的傳播。

極大化豬群免疫力：讓豬群獲得足夠且一致的保護力以對抗野外藍耳病毒感感染，最常見的兩種方式為野外病毒暴露及藍耳病減毒疫苗的使用。野外病毒暴露的缺點為其具有較強且無法控制之毒力造成安全性的考量、產生免疫力的保護效果及整齊度不一致、對異源性病毒感染的保護力未經證實及臨床上的重複性不佳等，這些限制使得野外病毒暴露的效果無法預期，所以現今已逐漸不被美國豬隻生產業者採用。而藍耳病減毒疫苗的使用，經由無數的科學試驗及臨床經驗已被證實能在豬場針對同源及異源性病毒感染產生足夠

| 豬場藍耳病現況分級

為了理解豬場的藍耳病現況，專家依照個別豬場藍耳病毒在場內活動的情形及豬場血清學監測的結果，將其作如下的分類：

- 第1級** 陽性不穩定場；如同燃燒的森林：
藍耳病毒活躍感染之不穩定豬場，有新近的藍耳病疫情發生，為目前台灣大多數豬場常見的類型之一。
- 第2a級** 陽性短暫穩定場；有如森林大火剛熄滅但仍可見餘火悶燒：
可見病毒活動(離乳仔豬可檢出藍耳病毒)，但無明顯藍耳病臨床症狀之豬場，亦為目前台灣大多數豬場常見的類型之一。
- 第2b級** 陽性長期穩定場；如同樹木生長旺盛、充滿綠意不易燃燒的森林：
無病毒活動，相對較長時間無臨床藍耳病症狀之豬場，多屬使用藍耳病減毒疫苗達到良好控制的豬場。
- 第3級** 假定陰性場；豬隻藍耳病保護力極低，如同乾柴，一旦野毒入侵即有引發大火的危機：
場內無病毒活動，為進入陰性場前之過渡期，引進之陰性更新母豬可維持血清陰性達2個月以上。
- 第4級** 陰性場；場內無病毒活動，豬群亦無任何藍耳病保護力：
場內無病毒活動，無血清陽性豬隻，並淘汰移除曾感染豬隻。



豬場現況分級	次分級	自最初感染起算，所需最短時間(週)	母豬群檢測結果		產下離乳仔豬檢測結果	
			病毒檢測	抗體檢測	病毒檢測	抗體檢測
第 1 級			陽性	陽性	陽性	陽性
第 2 級	a	最短 16 週	陰性	陽性	陽性或陰性	陽性
	b	最短 22 週	陰性	陽性	陰性	陽性
第 3 級		最短 30 週	陰性	陽性或陰性	陰性	陽性或陰性
第 4 級		最短 38-100 週	陰性	陰性	陰性	陰性

且一致的保護效力，可以確保最佳的臨床效果並且具有很高的安全性。

不論在美國或是台灣，要達成豬場的藍耳病清除(成為陰性場)，在技術層面上都有相當高的困難度，商業豬場執行藍耳病控制的最主要原因並非要做到藍耳病的清除，而是期望在母豬群接種減毒疫苗後，盡可能於最大部分時間生產出藍耳病陰性的仔豬，配合仔豬適時的減毒疫苗使用來提升整場飼養成績及穩定度，進而達到豬場的最大獲利。

| 藍耳病減毒疫苗的臨床價值及選擇優良疫苗的標準

在豬場使用藍耳病減毒疫苗，能保護所有階段的豬隻避免出現嚴重的臨床症狀(母豬的流死產及哺乳保育豬隻的死亡等)、能減少藍耳病毒於豬場重複感染時造成的經濟損失(降低母豬繁殖性能及保育肥育豬隻之增重及飼料換肉率)。在藍耳病發病母豬場中進行的試驗證實，在發病後20週內，使用減毒疫苗控制的豬場較以野外病毒接種的豬場，每頭母豬平均可多產出1.3頭離乳仔豬；相當於使用藍耳病減毒疫苗，每頭母豬可以增加22.5元美金之經濟效益。

全球至今曾經上市的藍耳病疫苗種類及廠牌相當多，但大多數疫苗因其效果不佳，所以已經不在市場銷售，選擇好的藍耳病疫苗有三個必須條件：
須為減毒活疫苗：死毒或次單位藍耳病疫苗無法產生足夠保護力，已是全球專家一致認同的事實；死毒疫苗無法降低病毒感染，次單位及載體疫苗產生的保護力非常有限，甚至會使得藍耳病感染後的病情與損失更加惡化；而許多的試驗都指出藍耳病減毒疫苗對高病原性藍耳病具有足夠的交叉保護力，證實具有複製能力的減毒疫苗對於激發足夠保護效果的免疫力是必要的。

須為安全性高之馴化毒株：地區性分離出來的藍耳病毒株毒力不一且極不穩定，使用上有其安全疑慮；藍耳病減毒疫苗全球20年的使用經驗未見任何任何毒力回復的現象，證實減毒疫苗最高的安全性。

須配合足夠的技術支援服務：藍耳病疫苗的免疫時機及使用，需要相當的經驗及技巧，疫苗供應商能否提供即時完整的技術服務對於疫苗使用的成功與否相當重要。

| 百靈佳藍耳病 5步驟完整控制方案

百靈佳公司在20年的藍耳病控制經驗中，發展出全面性的解決方案，以最高品質的疫苗配合專業的技術諮詢及服務，來和養豬業者密切合作，以執行確實有效的豬場藍耳病控制。

百靈佳藍耳病完整控制方案

包括下列五個執行步驟：

1. 設定期望的目標：
豬場需視整體地理環境(與鄰近豬場之距離)、生物安全措施執行之確實性及遭受外來病毒侵入之風險高低，來設定豬場期望以「百靈佳藍耳病完整控制方案」達成的目標。通常可分成清除藍耳病、或是成為藍耳病控制良好的穩定豬場兩大類，也建議依照豬場現有生產指標設定期望藉此控制方案達成的改善目標。

2. 了解豬場現況：
包括豬場藍耳病的現況分級、豬場其他主要疾病的控制情形，及豬場生物安全措施的規劃與執行現況。收集豬場目前的主要生產指標，通常包括母豬群的繁殖性能(產仔率、分娩率、產仔數、活仔數、每胎平均離乳頭數及離乳窩重等)及肉豬群的生長性能(各階段死亡率、平均日增重及飼料換肉率等)。

3. 確認豬場目前的問題點：
確認豬場藍耳病毒的可能感染來源及目前控制環節上的缺失。

4. 制定控制方案：
制定藍耳病減毒疫苗的適當免疫計畫及其配套措施(生物安全強化及場內感染的適當管理)；穩定母豬群以生產出藍耳病陰性的離乳仔豬為此控制方案最優先的目標，而對於保育肥育豬隻的藍耳病控制，更是改善生產成績、提升經濟效益不可忽視的重要環節。

5. 執行控制方案及監測：
確實執行制定完成的控制方案是豬場藍耳病控制能否穩定的最關鍵因素，唯有降低豬場的藍耳病感染壓力及強化豬群的免疫力雙管齊下，才能在最短的時間內達到預期的控制效果；建議豬場以豬隻生產紀錄配合血清學、病毒學檢測來確認執行之控制方案是否產生預期的效果，切切須隨時與獸醫師討論，適度地調整控制方案以確保最佳的藍耳病控制成果。

藍耳病減毒疫苗的使用

如同先前所言，母豬群整齊且足夠的群體藍耳病保護力，是使用減毒疫苗成功控制藍耳病的首要目標。要以減毒疫苗達到豬場整齊且足夠的保護力，可以從兩個關鍵點切入：

母豬群同時注射疫苗(群體免疫):未能在同一時間點免疫全場母豬群(例如僅於母豬空胎時進行免疫或不施打疫苗)，將會產生免疫保護力不一致的亞族群豬隻(見圖1)，這種保護力不足的亞族群豬隻會造成病毒於場內一再重複循環(慢性)感染，會加重豬場繁殖及生長性能低落引起之經濟損失，並會成為病毒大量複製並引發基因突變之最適當環境。所以建議母豬群(含公豬)需執行群體免疫以形成一致且足夠的保護力(見圖2)，讓場內已存在或入侵之野外病毒失去再感染及複製之可能(無路可走)，群體免疫是成功控制藍耳病的最重要核心。

疫苗注射的頻率:藍耳病減毒疫苗施打於母豬所能產生的保護效果約可以維持3-4個月，所以建議每3-4個月須要為全場的母豬群進行疫苗的補強注射以確保最佳的控制效果。在台灣地區的高豬場密度環境下，每年為母豬群進行4次的藍耳病減毒疫苗群體免疫是必要的。

不同現況豬場的藍耳病減毒疫苗使用原則

目前未注射藍耳病減毒疫苗或藍耳病發病的豬場:建議所有場內母豬、留種用女豬及公豬，同時施打兩劑疫苗群體免疫，間隔4週，配合暫時停止引進新女豬及公豬，或確認外來新女豬或種公豬至少在引進豬場前1個月，完成間隔30天的兩劑減毒疫苗注射。

陽性穩定豬場例行管理:場內所有母豬群同時施打1劑量疫苗(群體免疫)，每年4次；如欲引進外來種豬時，需確認其至少在引進豬場前1個月完成間隔30天的兩劑減毒疫苗注射。

圖1 保護力不足之亞族群豬隻形成(未群免豬場)



保育豬隻藍耳病的控制:大原則為在野外病毒感染之前4週給予1劑藍耳病減毒疫苗注射；如果仔豬為來自藍耳病穩定的母豬群生產出之陰性仔豬，離乳前後是相當適合的疫苗注射時機。

有效成功的藍耳病控制計畫，必須考慮到豬場所有豬隻及完整的細節，否則保護力不足的豬隻就像易燃的乾柴，將會成為野外病毒感染並大量複製的溫床，而最後你的豬場將會如同發生森林大火一般，造成重大的經濟損失。

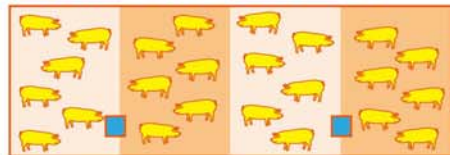
藍耳病的穩定控制是當前台灣豬場飼養成績再提升的首要工作

綜合以上所論，全球養豬產業對於藍耳病造成的重大經濟損失有極深刻的認知，目前正積極投入更多的人力與資源，來達到生產系統內、甚至區域性藍耳病穩定化控制的目標，其最終目的都在於將豬隻生產的獲利極大化。藍耳病因其病原變異性高、傳播能力強，所以在防治上相對困難，所幸在藍耳病減毒疫苗上市之後，專家學者與獸醫師利用此一安全、穩定且有效的工具，經過現場反覆的使用與試驗，在藍耳病的控制上取得相當大的成功與進展。

屏東科技大學等學術單位近年來發表的報告，一再確認當前台灣的豬隻常見疾病與藍耳病感染之間呈現極密切的關聯性，證實藍耳病的有效控制是當前台灣豬隻疾病防治最重要的環節。目前台灣所有的豬場都正面臨藍耳病造成的顯著或不顯著的經濟損失，執行安全有效的藍耳病控制計畫也正是豬場要繼續成功控制環狀病毒後，再提升飼養成績、強化事業競爭力亦是存活能力的核心要務。

當前絕對是台灣養豬業者執行藍耳病控制的最佳時機點，站在全球使用減毒疫苗對抗藍耳病的20年成功經驗基礎上，選擇正確的疫苗並配合專業的諮詢服務，改變您的豬場、改變養豬產業就從現在開始。

圖2 群免形成豬群一致且足夠的保護力



養豬場沼氣可以成為綠色能源嗎?

國立台灣大學動物科學技術學系 蘇忠楨

養豬場糞尿經過人工清洗後成為養豬廢水，豬廢水經由厭氣槽內的厭氣污泥進行水解、酸化、醋酸化及甲烷化等微生物降解程序，就會產生甲烷與二氧化碳，而所產生的甲烷(60~80%)與二氧化碳(16~38%)就是沼氣的主要成分。沼氣中也含有約0.2~0.5%硫化氫，故在燃燒沼氣前需要先進行脫硫程序，以免未脫硫沼氣經燃燒而產生二氧化硫，造成機械腐蝕與環境的酸雨。

在台灣中、北部冬季，經過脫硫處理後的沼氣多應用於豬舍保溫燈，藉由燃燒沼氣以產生熱能提供仔豬保溫，所以冬季沼氣使用率較高。夏季時養豬場沼氣多直接排放，沒有收集利用。目前全台僅剩不到20戶養豬場有沼氣發電機在持續使用，這些養豬戶幾乎都熟悉發電機的保養與維修。在國內目前缺乏經濟又耐用的商業生產發電機組情況下，養豬場沼氣就被忽視而廢棄不用，實在很可惜。難道養豬場沼氣僅能有發電及仔豬保溫這兩種用途嗎?

其實不然，沼氣發電的能源轉換效率僅20~25%，也就是說使用100立方公尺的沼氣去發電僅20~25立方公尺的沼氣轉變成電力，其餘的75~80立方公尺的沼氣轉變成廢熱排放。一般沼氣保溫燈係將沼氣直接燃燒產生熱能，因為沼氣的化學能量沒有經過轉換，所能效率較高，幾乎是100%。利用此原理是否可以在夏季，將沼氣直接燃燒產生冷水或是製冷呢?

夏季氣溫高，地下水由地面下抽取後，經過水塔儲存再應用於水濺式豬舍降溫，如果氣溫超過32度C以上，則水溫也會達到20度C以上，若先儲存於水塔再使用，則水溫可能會接近30度C。這種水溫的冷卻水進入水濺系統循環，對於豬舍內的降溫效果將不顯著，亦即是降溫效果差。如果可以利用燃燒沼氣的熱能將水濺系統循環的水溫降低到10度C以下，對於整個養豬產業解決夏季熱緊迫問題，將有極大的助益。

有一種製冷技術稱為吸收式製冷技術，有別於一般常見的壓縮機製冷技術，具有省電又

可以燃燒瓦斯製冷的優點。雖然吸收式製冷設備的製冷效率比壓縮機製冷設備稍差，但是卻具有設備簡單及成本低廉的優點。吸收式製冷機所使用的冷媒為氨水(沸點低)，所以只要使用一個小型電熱器或是瓦斯燃燒爐，將冷媒加熱蒸發，即可以在蒸發器內將冰箱(或是所要製冷的空間)內的熱吸走，使冰箱(或是空間)內部降溫。我們也可以將吸收式冰箱改裝成吸收式冷水機，利用沼氣燃燒將溫水降溫成冷水(10度C以下)或是冰水(0度C以下)，外接循環水系統與水濺式系統串聯，就可以提供冷水或是冰水給水濺式系統降溫。目前在台灣大學畜牧場已經完成200公升冰櫃初步試驗，證實沼氣燃燒製冷確實可行，可以將溫水(20度C以上)降溫成冷水或是冰水，將再進行更大規模試驗(圖1)。

圖1 畜牧場沼氣製冷設備試驗情形



因此，養豬場沼氣未來應可以成為國內綠色能源的選項之一，未來國內沼氣應用模式應以沼氣直接燃燒製冷與製熱為主要模式，而以沼氣發電為次要應用模式(圖2)。若是已經進行沼氣發電模式多年，則建議考慮將廢熱回收再製冷，或是提供保溫用途，將沼氣利用率提升至90%以上。在夏季，沼氣製冷模式也可以應用於乳牛舍的噴霧降溫系統，對於夏季產乳量的提升應有顯著效果。

圖2 國內畜牧沼氣經濟可行之利用模式

