國內郵資已付
新營郵局新化支局許可證
新營字第84號
新營雜字第18號
雜誌

畜產專訊

128期
2024/06月號

本期提要：
耐淹水狼尾草品種台畜草九號

農業部畜產試驗所
Taiwan Livestock Research Institute, Ministry of Agriculture
行政院新聞局登記證局版台省誌字第678號
中華郵政新營字第18號執照登記為新聞紙類交寄

畜產專訊

目錄 128期

封面說明：
耐淹水狼尾草品種台畜草九號

專題報導

畜產新知

發 行 人／黃振芳
總 編 輯／陳翠妙
主　　編／李秀蘭
編輯委員／李宗育　李欣蓉　郭廷雍
郭曉芸　葉瑞涵　蔡立中
蔡銘洋
發 行 所／農業部畜產試驗所
地　　址／臺南市新化區牧場112號
電　　話／06-5911211~9
網　　址／http://www.tlri.gov.tw
E-mail／rainbow@mail.tlri.gov.tw
印　　刷／寶慶身心障礙福利協會
電　　話／07-3877006
地　　址／高雄市三民區義華路270號

耐淹水狼尾草品種台畜草九號

◎飼料作物組／李姿蓉、蔡立中、鍾萍、張世融、盧啟信、林正斌
◎北區分所／廖士傑
◎南區分所／林信宏、劉雅醇
◎東區分所／莊璧華、吳昇陽

前言

因應環境變遷，極端氣候致使作物產量減少，其中淹水所造成的損失估計佔了自然災害的30％，當土壤淹水時，氧氣在土壤之擴散能力下降，使植物缺氧而發生生理及生化的改變，導致生育不良及生理障害的現象，甚至死亡而影響產量。穩定芻料供應是畜牧發展重要因素，因此，選育耐淹水牧草品種是一重要課題。畜產試驗所經多年評估試驗，選育新品種狼尾草台畜草九號，具有耐淹水之特性，氣根多且葉片不枯黃，適合於再生第8週採收，可延後採收至再生第12週，其株型中莖型不易倒伏、適合機械採收和營養價值高，可為鮮飼或青貯料供草食動物之用。

選育過程

狼尾草台畜草九號係狼尾草台畜草三號和狼尾草台畜草二號之雜交後裔族群，原品系代號1120，民國97年375個雜交後裔開始一系列的評估試驗，陸續完成單株選拔、品系比較試驗、淹水試驗、區域試驗、肥料試驗、青貯試驗、DNA指紋鑑定及品種性狀檢定等試驗，112年提送命名審查，進行資料及實體審查，並於112年10月15日由審查委員一致通過命名為狼尾草台畜草九號。

狼尾草台畜草九號特性

一、植株性狀：本品種為綠色種，欉型開張，分蘗性中等，單株直立，株高中等。葉片長且寬，葉片多排列不緊密，葉片微曲下垂，葉片上表面有極少茸毛，葉鞘無茸毛或極少。分蘗35～38枝／欉。葉片直立，葉身與葉鞘毛茸無或極少，再生8週植株之葉領株高為50.6公分，葉尖株高為137.2公分，莖徑1.5公分，屬中莖型（表1）。

二、生長習性：莖苗以再生12～16週較適宜，配合雨季或灌溉，可使扦插後發芽整齊，缺株少。扦插6週後須刈割乙次，能促進分蘗。夏季高溫多濕時生長迅速，每6-10週可青割給飼，隨溫度降低而產量略減，於11月下旬開花。再生4週遇田間淹水2週，植株仍生長良好，基部葉片仍鮮綠無枯黃現象。

三、牧草產量與品質：行株距1.2 × 1.0公尺，平均5個試驗區之2年年收穫之鮮草產量為142.6公噸／公頃／年，乾物質產量為26.9公噸／公頃／年。粗蛋白質含量10.3 %、酸洗與中洗纖維含量分別為35.6 %和61.8 %，相對飼養價值為92.5 %（表2）。

結語

為提升國產芻料在極端氣候下之穩定生產，品系代號1120具耐淹水特性，且有高產量及高品質之特性，已於112年10月15日經命名審查會之審查委員一致性通過，命名為狼尾草台畜草九號，可供農民之牧草品種新選擇。將大量繁殖優良種苗及示範，以供農民及牧草業者選擇新品種之參考，並辦理技轉之相關作業。廣泛利用各項集會及產品發表會加強宣導，以積極推廣此一新品種。預期新品種將可為農民及畜牧等產業所歡迎，除可取代部分現有進口乾草之數量，增加農民收益及減少外匯支出之外，亦是因應極端氣候下，值得推廣的優良品種。

▲圖1. 狼尾草台畜草九號再生12週之機型

▲圖2. 淹水後2週，狼尾草台畜草九號（右）基部無枯黃葉型

▲圖3. 狼尾草各品種淹水後之氣根表現，多節位產生氣根且密，表示耐淹水。左起台畜草九號、三號、七號和八號

表 1. 狼尾草台畜草九號與相近品種之農藝性狀與牧草產量比較

	葉領株高	葉尖株高	莖徑	節長	葉片乾物率	莖稈乾物率	葉莖乾物比	鮮草產量	乾草產量
品種	------公分-----		公厘	公分	------%------			--公噸/公頃/年--	
台畜草九號	50.6 [b]	137.2 [b]	15.0 [a]	3.1 [b]	26.0 [ab]	16.5 [ab]	2.01 [ab]	142.6 [ab]	26.9 [a]
台畜草二號	130.0 [a]	229.5 [a]	14.8 [a]	12.1 [a]	27.9 [a]	19.3 [a]	0.72 [c]	162.1 [a]	34.2 [a]
台畜草三號	35.4 [c]	89.2 [c]	13.9 [a]	2.0 [c]	20.5 [c]	14.5 [b]	2.07 [a]	77.0 [b]	11.9 [b]
台畜草八號	53.7 [b]	126.4 [b]	15.8 [a]	3.0 [b]	22.7 [bc]	14.4 [b]	1.69 [b]	136.7 [ab]	22.7 [ab]

1.平均 5 個地區 2 年 10 次調查結果。
2.[a, b, c] 若同一欄有相同字母表示數據間沒有差異(P<0.05)。

表 2. 狼尾草台畜草九號與相近品種之植體營養成分比較

	粗蛋白質	磷	鉀	鈣	鎂	中洗纖維	酸洗纖維	相對飼養價值
品種	---%---		----------%----------					
台畜草九號	10.3 [a]	0.51 [a]	2.99 [a]	0.35 [a]	0.34 [a]	61.8 [b]	35.6 [ab]	92.7 [b]
台畜草二號	8.5 [a]	0.51 [a]	3.02 [a]	0.38 [a]	0.33 [a]	63.2 [a]	36.7 [a]	89.5 [c]
台畜草三號	10.6 [a]	0.54 [a]	3.18 [a]	0.39 [a]	0.38 [a]	59.1 [c]	33.5 [b]	95.5 [a]
台畜草八號	9.9 [a]	0.56 [a]	2.69 [a]	0.33 [b]	0.35 [a]	60.8 [bc]	34.5 [ab]	95.3 [a]

1.平均 5 個地區 2 年 10 次調查結果。
2.[a, b, c] 若同一欄有相同字母表示數據間沒有差異(P<0.05)。

粒狀芻料生產技術介紹

◎技術服務組／陳水財
◎飼料作物組／陳勃聿、蔡立中

前言

臺灣位於亞熱帶地區，夏季高溫多雨的氣候特性，對於牧草生產影響甚鉅，常發生供貨短缺問題。不同地區、不同批次生產的牧草，在品質與規格方面都存在些許差距。所以，芻料供應中心需建立優良的加工技術，才能大幅降低牧草差異性而達到品質穩定。現代牧場經營者對於芻料的要求，會因動物飼養方式、生育時期等不同考量因素而有所差異。因此，芻料商品須與時俱進，對於品質級距、包裝形式等條件需綜合考量農戶的需求，提供樣式多元、易於處理且規格化的商品，才能滿足客戶需求，且維持長期供應穩定。另，自動化作業是畜牧業經營的未來趨勢，將可達成省時、省力、省錢及高效率等各項優點，尤其面臨未來農業勞動力缺乏問題，方便餵飼的重要性將更為顯著。為解決國內畜牧產業面臨國產芻料不足及進口飼料價格高漲的問題，粒狀芻料除可穩定供應畜牧業飼養之用，亦是降低經營成本及提升競爭力的新選擇。

生產技術介紹

粒狀芻料的生產流程分為芻料細切、營養調整、粒狀製作及降溫包裝等步驟，過程繁瑣且嚴謹，粒狀芻料製作完成後會經降溫及風乾，此時含水率僅為8~10%，在乾燥環境下能保存4個月以上（圖1）。

粒狀芻料常因纖維長度不足而引起疑慮，經農業部畜產試驗所技術調製成不同孔徑（6、8與10 mm）的粒狀芻料，都能有效保存一定的纖維長度（圖2）。10 mm孔徑能保留50%以上長度大於10 mm纖維，而8 mm仍可保有30%，因此，纖維長度不足容易造成動物反芻不夠，造成消化障礙，反芻動物生理需求反芻長度建議纖維至少1~2cm，在全日使用粒狀芻料可以補充3~5%的長纖乾草補充，以維持瘤胃反芻正常生理需求。

將尼羅草、盤固草、燕麥草、狼尾草及甜高粱的粒狀芻料進行化學成分分析（表1）。各作物的粗蛋白質（crude protein, CP）含量介於7.6 ~ 11.0%，中洗纖維（neutral detergent fiber, NDF）含量介於49.9~ 69.2%，而酸洗纖維（acid detergent fiber, ADF）介於28.8 ~ 35.0%，芻料品質相當優良。

粒狀芻料優點

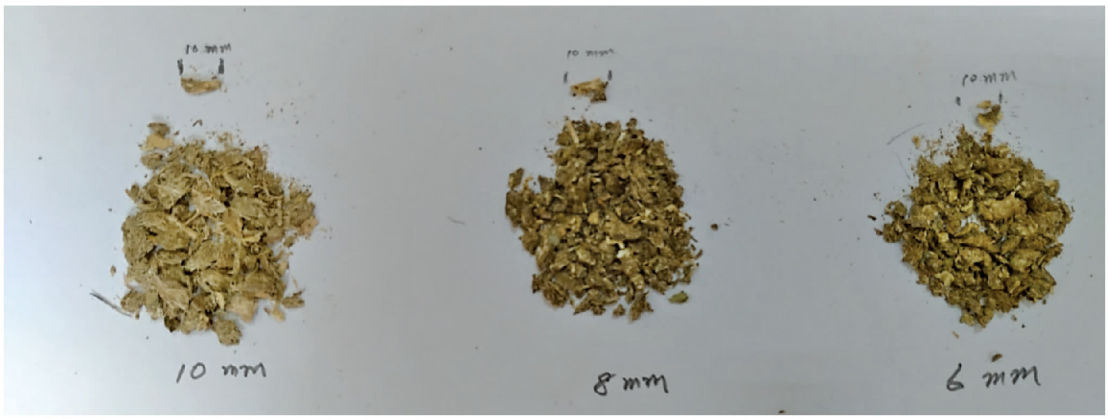
粒狀芻料的競爭優勢1.品質穩定：以動物營養的科學標準，將優質牧草添加營養物質及微量元素後再進行製粒，利用科學方式調整每批原料的營養成分達成一致，可以保持每批粒狀芻料品質穩定。未來也能依據牧場需求客製化生產，或者開發完全混和日糧等基礎配方，提供各類動物生長期所需。2.供貨穩定：粒狀芻料在牧草生產旺季時進行製作，可以有效降低生產成本，且含水率低可延長保存期，在國內缺草時也能穩定供貨。3.保存方便：粒狀芻料的體積與一般飼料相似，可以利用飼料袋分裝及堆疊，能大幅減少貯藏空間，且運送方便，有效降低運費支出。4.餵飼方便：傳統餵飼乾草須將大型草捆分拆、細切才能使用，不僅體積大且

使用上極不方便。粒狀芻料只要拆開包裝袋即可利用，且體積小方便餵飼，大幅降低勞力支出。未來搭配自動化餵飼系統，更可達到省時、省力、省錢的目標，有效提高牧場經營效率，也能解決國內農業勞力缺乏問題。

結語

農業部畜產試驗所已技術移轉給彰化縣福興鄉農會，並邀請養羊及養鹿產業等業者辦理推廣說明會，擴大此項技術的推廣與應用。粒狀芻料生產技術未來也能將稻稈、糠麩、毛豆莢等具有營養價的農業副產物，透過營養調配與適口性調整後，製成客製化粒狀芻料供動物食用，不僅可以增加循環再利用的管道，也能降低農副產物的處理問題。粒狀芻料的保存時間長且應用方便，將是未來國內草食經濟動物及伴侶動物的新型態飼養方式。

▲圖1. 粒狀芻料色澤佳、香味足、營養價值高，是極具發展潛力的新型態芻料



▲圖2. 不同孔徑6、8、10mm的粒狀芻料保存纖維長度比較

表 1. 尼羅草、盤固草、燕麥草、狼尾草與甜高粱的粒狀芻料化學成分分析

作物	CP	WSC	NDF	ADF	P	K	Ca	Mg
	----------	----------	----------	%----------	----------	----------	----------	----------
尼羅草	11.0	3.6	63.2	35.0	0.5	3.8	0.2	0.3
盤固草	9.2	1.7	59.6	31.1	0.2	2.7	0.3	0.3
燕麥草	9.3	13.5	58.7	31.7	0.2	1.3	0.4	0.2
狼尾草	7.6	2.9	69.2	35.9	0.2	2.4	0.5	0.4
甜高粱	7.8	13.2	49.9	28.8	1.6	0.6	0.1	0.2

* CP, crude protein; WSC, water soluble carbohydrate ; NDF, neutral detergent fiber; ADF, acid detergent fiber.

粒狀芻料在飼養羊、鹿之應用

◎飼料作物組／陳勃聿、蔡立中
◎技術服務組／陳水財
◎動物營養組／謝怡慧
◎南區分所／劉雅醇

前言

國產乾草主要以盤固草與尼羅草為主，常製作成每顆300公斤大型草粒，供畜牧場使用。羊農或鹿農在餵飼時，草粒必須藉由機械協助搬運及分拆，且牧草須經細切加工後才能利用，非常耗時及費力。國產乾草因儲存環境潮濕，易造成芻料品質下降，而國外進口乾草因經二次加工使得含水率低，且捆包密實不易回潮，故可長時間保持風味良好，導致農民喜歡使用。雖然進口乾草品質優良但價格為國產牧草兩倍以上，若長期使用易造成牧場經營成本大幅上升。本所研發的盤固草長纖草粒量產技術能將國內優質盤固乾草加工成粒狀芻料，具有品質穩定、供貨穩定、保存方便、飼養方便等優勢，未來牧場搭配自動化餵飼系統，更可達到省時、省力、省錢的目標，可有效提高牧場經營效率，也能減輕國內農業勞力缺乏問題。

適口性評估

鹿隻採食習性是以嗅覺為主，先選擇符合喜好的味道，淺嚐之後再大量採食。本所南區分所以粒狀芻料及乾草進行鹿隻的適口性試驗，發現其對於粒料的喜愛度優於乾草（圖1）。本所也進行肉羊的攝取量試驗，發現3 - 6月齡的肉羊每日在粒狀芻料的攝取量則為2.58 公斤（表1），略高於完全混合日糧的2.48公斤，顯示肉羊對於粒狀芻料接受度高且攝取量也較多，對於羊隻生長亦不造成影響。

飼養效益評估

本所以粒狀芻料與傳統完全混合日糧進行泌乳羊比較試驗，並依NRC2007營養需求標準製做粒狀芻料。由乳品成分分析的結果發現（表2），採食粒狀芻料的泌乳羊每日產乳量為2.74公斤，略高於完全混合日糧的2.63公斤，而乳品成分在兩個處理之間差異並不大，顯示採食粒狀芻料可以維持乳品品質穩定。

本所南區分所針對採食粒狀芻料的鹿隻進行血液分析，發現與傳統飼養的並無差異，顯示以粒狀芻料餵飼並不會對動物造成傷害。本所也將粒狀芻料進行試管消化率分析，發現青割玉米、狼尾草、盤固草及燕麥草等作物製成的草粒，其消化率介於60 — 70%，消化情況良好。財團法人農業科技研究院以盤固草粒狀芻料與傳統飼養方式進行養鹿的經濟效益評估，其結果發現若在有限土地、人力不足或是兼職經營狀況之下，全年使用盤固草粒料飼養是最佳的選擇。

在飼養管理之優勢

1. 適口性佳：針對作物特性進行配方調整，可維持品質均一並提高適口性，而

且也可以減少鹿隻或羊隻於採食過程拉扯草料至地面減少20-30%的浪費。

2. 客製化生產：依據牧場需求進行客製化生產，或者開發完全混合日糧等基礎配方，提供各類動物生長期所需，提高飼養效率。
3. 自動化餵飼：搭配自動化餵飼系統，達到省時、省力、省錢的目的，有效提高牧場經營效率，也能解決國內農業勞力缺乏問題。

結語

穩定國產芻料供應及維持高品質，是提高臺灣畜牧產業競爭力的關鍵因素之一。粒狀芻料具有省時、省力、高品質、高效率等優點，也能提供樣式多元、易於處理且規格化的商品。以粒狀芻料做為國內草食經濟動物的新飼養型態，在未來發展精準農業之趨勢下，將是不可或缺的方式之一。

▲圖1. 粒狀芻料的色澤佳、香味足，提高鹿隻的喜好度

表 1. 肉羊餵飼粒狀芻料及完全混合日糧 （TMR） 之每日攝取量及增重評估比較

處理	乾物質	粗蛋白質	中洗纖維	酸洗纖維	攝取量	增重量
	----------%----------				-------公斤/日-------	
粒狀芻料 (n=10)	0.92 ± 0.05	14.2 ± 2.26	49.5 ± 6.32	25.8 ± 5.47	2.58 ± 0.42	0.14 ± 0.06
完全混合日糧（TMR）(n=6)	0.49 ± 0.06	15.6 ± 0.56	44.6 ± 2.41	24.2 ± 3.50	2.48 ± 0.40	0.15 ± 0.06

表2. 泌乳羊餵飼粒狀芻料及完全混合日糧 （TMR） 之每日產乳量及乳成分表現

處理	產乳量	脂肪	蛋白質	乳糖
	公斤/日	----------%----------		
粒狀芻料 (n=4)	2.74 ± 0.33	3.89 ± 0.49	2.88 ± 0.20	4.25 ± 0.16
完全混合日糧（TMR）(n=6)	2.63 ± 0.27	3.73 ± 0.54	2.89 ± 0.16	4.16 ± 0.14

畜牧業與淨零碳排

◎北區分所／練慶儀、鄭佳昀 編譯
◎東區分所／蘇晉暉

人類各種活動產生的溫室氣體導致氣候變遷，儼然已成為亟需積極面對的全球性威脅。依據政府間氣候變化專門委員會（Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC）評估報告，如欲將全球暖化程度控制在1.5℃內，則需在2030年前將溫室氣體排放量限制在2010年排放量之45 %，並在2050年達到淨零排放；即便將全球暖化程度放寬至2.0 ℃，亦需在2030年前減少排放量25 %，並在2070年達到淨零排放。依據2006年聯合國農糧組織（Food and Agriculture Organization）發表「畜牧業的巨大陰影」報告指出，畜牧部門產生溫室氣體排放量占全球人類活動溫室氣體排放量18 %，多數人類存有畜牧業需受譴責之意識。為此，英國畜牧生產以三大策略求達淨零排放之目標：

一、促進生產力及減少排放:除鼓勵農民降低生產過程產生之碳排外，也需將進口農產品貿易之碳排納入考量，鼓勵集約式畜牧生產、精準施肥及生物碳產製技術與應用，並促進國人攝取低碳排之白肉取代高碳排之紅肉。

二、牧場土地碳儲存:推廣牧場至餐桌間廚餘減量、溫室氣體減量及減緩水資源壓力，並更有效率地使用國內生產之糧食，則可進一步使土地做為森林造林及保留休閒活動之用途。

三、連結生物能源以達碳捕捉、碳利用及碳儲存：利用畜牧廢棄物生產甲烷，或以生質能源作物捕獲大氣中二氧化碳，最終將甲烷及生質能源作物應用於電力生產。藉由轉換畜牧廢棄物及大氣之二氧化碳進行電力生產，以達到節能減碳效果。

目前全世界共有12個國家（含臺灣）及歐盟都將2050淨零目標編入法律。根據我國2021年國家溫室氣體排放清冊報告指出，2019年全國溫室氣體甲烷（CH_4）排放占1.67 %，其中農業占40.58 %。農業CH_4排放來源包含畜禽糞尿處理（38.83%）、水稻種植（31.46 %）、畜禽腸胃發酵（29.59 %）及作物殘體燃燒（0.12%）。鑒此，溫室氣體減量可從五大面向著手，包含：

一、改善動物飼養管理：提升生產效率及減少廢棄物。

二、畜禽日糧營養策略及技術調整：增加副產物、替代性飼料源或使用新型飼料原料。

三、改善畜禽糞尿管理：利用厭氧消化、生產生質能源及改善糞便儲存利用。

四、改善土地管理：減少過多氮肥進入生產系統，增加土壤碳留存及肥力。

五、碳捕捉：利用生物碳穩定有機質、以生質能源結合碳捕捉與碳儲存達負碳排。

研究指出，提升畜牧產業飼料換肉率與牛群產乳效率可有效減少單位豬肉及牛乳之碳足跡，說明畜牧產業提升生產效率即可減少單位產品之碳足跡。然而，除持續不斷提升生產效率並減少碳足跡外，畜牧產業可致力於降低溫室氣體排放之策略概述如下：

育種策略

育種目標需設定在提高生產效率的同時，維持或甚至降低飼養過程總碳排放量。如提高畜禽生產效率可與減少碳排併進，即可進一步降低每單位生產所需投入資源。遺傳改良對多數物種而言，可帶來累積且永久性的減碳效益，惟在選拔壓力下，育種者需特別注意經濟收益與減碳效益間的平衡。對於單胃動物而言，育種關鍵方向建議以減少氧化亞氮（N_2O）排放為目標。豬主要溫室氣體排放以N_2O為主，選育重點可朝精進蛋白質消化之飼料效率，以減少糞便中N_2O。受惠於白肉雞持續改進飼料轉換率（Feed conversion ratio），全球家禽產業碳足跡每年可減少1 %，且已持續減少了50年。換句話說，目前白肉雞生產碳足跡已比1970年代減少了50 %，預測至2030年家禽產業產生碳足跡將比現在減少約15 %。部分歐洲國家已將溫室氣體排放納入育種目標，並推估至2029年排放強度每年可減少8 %，相當於每年可減少53.5百萬噸CO_2排放當量。除針對動物性能進行育種外，另可針對反芻動物瘤胃或腸道微生物菌群進行選育，如此便可更直接地提高飼料效率以減少CH_4排放。

營養策略

飼料蛋白質含量對畜牧業生產即為重要，如蛋白質攝取量不足，會降低畜禽生長速度並限制重要器官、乳腺活動、繁殖和免疫力。對反芻動物而言，蛋白質缺乏會降低瘤胃微生物活性，並進一步限制生產力；反之，提高蛋白質消化率可減少腸道發酵產生的CH_4能量損失。相較之下，蛋白質品質對單胃動物至關重要，亦即胺基酸組成比例應精準考慮動物利用程度。如飼糧中可用胺基酸含量少，將會浪費更多的蛋白質，並造成動物排放更多的氮。鑒此，最大限度地提高蛋白質利用率將有助於減少N_2O及氨（NH_3）排放。許多研究證實，透過營養調整、飼料添加劑和改變飼養管理方式等方法，可降低CH_4排放，同時對動物健康、生產力或行為表現無不利影響。如乾酒糟及可溶性物質可降低乳牛降低胃腸道CH_4產生、植物萃取物或合成化合物可抑制CH_4生成、紅藻可降低CH_4排放量等。

飼養管理策略

溫室氣體排放強度與動物生產效率具直接關係。動物的生產效率越高，對環境影響越低。因此，良好的管理與生產效率較高的動物，可保留更多飼料氮，排放於糞便和尿液中的氮含量將可減少。挪威就其境內豬場每年生產之溫室氣體排放量進行評估，發現主要排放源包括飼料生產、糞便儲存及動物本體。調查結果發現，透過育種及飼養管理操作，可降低每公斤豬肉溫室氣體排放量。此外，畜禽舍地面形式、清洗頻率、糞尿分離及管理方式等皆會影響溫室氣體排放量。許多飼料添加劑對於降低豬隻飼養環節之溫室氣體排放效果有限，如高纖飼料可能使豬隻胃腸道產生較多的CH_4、低蛋白飼料雖可降低CH_4，惟N_2O生成量增加。畜禽生產可藉由良好的飼養管理方式，間接降低溫室氣體排放強度；透過遺傳、維持畜禽健康、低碳排改良飼料等操作模式，降低畜禽生產過程中對氣候變遷之影響有其助益。

結論

因應我國農業於2040年達到淨零碳排之目標，畜牧產業應持續不斷以育種、良好等管理操作增加畜禽生產效率，並降低畜禽因受傷、緊迫、身體不適所導致的生產效率低落。此外，精準給予動物生長及生產所需之

營養，避免飼糧營養成分浪費，減少飼料因製造、運輸或消化不全而增加的碳排，亦為達成淨零碳排目標之重要手段。許多新型態飼料添加物已證實有降低溫室氣體排放之顯著效果，當未來碳稅等制度上路後，便能彰顯此類飼料添加物之使用利基。

參考資料

環境部。2021。中華民國國家溫室氣體清冊報告。

Bava, L., J. Bacenetti, G. Gislon, L. Pellegrino, P. D'lncecco, A. Sandrucci, A. Tamburini, M. Fiala and M. Zucali. 2018. Impact assessment of traditional food manufacturing: the case of Grana Padano cheese. Sci. Total Environ. 626: 1200-1209.

Bonesmo, H. and E. G. Enger. 2021. The effects of progress in genetics and management on intensities of greenhouse gas emissions from Norwegian pork production. Livest. Sci. 254: 104746.

CIEL. 2023. Net zero and Livestock: bridging the gap. https://cielivestock.co.uk/expertise/net-zero-and-livestock-bridging-the-gap-july-2023/.

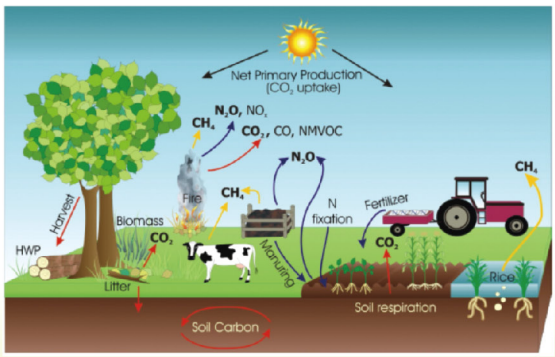
Dalla Riva, A., J. Burek, D. Kim, G. Thoma, M. Cassandro and M. De Marchi. 2015. The environmental impact of cow milk in the northeast of Italy. Agric. Poljopr. 21: 105-108.

Eggleston, H. S., L. Buendia, K. Miwa, T. Ngara and K. Tanabe. 2006. 2006 IPCC guidelines for national greenhouse gas inventories. Institute for Global Environmental Strategies. Hayama, Japan.

Haque, M. N. 2018. Dietary manipulation: A sustainable way to mitigate methane emissions from ruminants. J. Anim. Sci. Technol. 60: 1-10.

Hoegh-Guldberg, O., D. Jacob, M. Bindi, S. Brown, I. Camilloni, A. Diedhiou, R. Djalante, K. Ebi, F. Engelbrecht and J. Guiot. 2018. Impacts of 1.5℃ global wanning on natural and human systems. Global warming of 1.5℃ : an IPCC special report. IPCC Secretariat.

▲圖1. 2021年中華民國國家溫室氣體清冊報告



▲圖1. 標準生態系主要溫室氣體排放及清除過程

蛋雞友善飼養及其蛋品質評估調查

◎畜產加工組／陳怡兆

前言

臺灣地區於111年雞蛋產量達91億餘顆，每人每年人均消費量20.35公斤（農業部，2022），雞蛋儼然已成為國人飲食中不可或缺的重要食材之一。然而，雞蛋的品質與蛋雞品種、飼料營養及飼養模式等有關，而目前蛋雞產業中有籠飼、放牧及平飼等三種飼養模式，且其生產之鮮蛋於市場上的售價存有一定價差，一般放牧及平飼生產之鮮蛋，因以其品質及友善飼養為訴求，而售價會高於傳統籠飼之集約飼養者，此將漸引領蛋雞友善飼養風潮，鼓舞業者轉型以與歐盟等先進國家接軌，裨益於產業升級。

蛋雞友善飼養

動物福利之倡議始於歐洲，並以法律的形式禁止不人道的飼養系統，建立動物福祉標準，以確保提高保護措施並尊重動物視?有感知能力的生命。目前歐盟動物福利法律之架構中，包含了蛋雞、肉雞、豬和牛等經濟動動物飼養的保護規定，並制定運輸及屠宰時有關動物福利的規範，以保證從農場到餐桌過程中的動物福利。

蛋雞的友善飼養亦本於動物福利的概念，以擴大雞隻的飼養空間，使其免於恐懼與緊迫。歐盟1999年即提出希望以豐富化籠飼系統（enriched cage systems）及替代性飼養系統（alternative system）來取代傳統籠飼。豐富化籠飼系統即是加大籠子面積及高度，並加入巢箱與棲架等；替代性飼養系統則是平飼及放牧的飼養模式，並置有巢箱及棲架，而其活動面積更大。

蛋雞友善飼養系統簡介

為因應友善畜牧之發展趨勢與國際潮流，友善畜牧的飼養方式成為畜牧產業必須因應的新課題。農政單位於101年起成立動物保護諮議小組之經濟動物工作分組邀請各界人士，就豐富化籠飼、平飼及放牧等3種友善生產系統之定義與標準進行研議，於102年完成「雞蛋友善生產系統定義及指南」草案之檢討與修正，104年12月31日正式行文公告「雞蛋友善生產系統定義及指南」，並於111年5月23日函頒修訂，以規範豐富化籠飼、平飼及放牧等雞蛋友善生產系統應符合下列條件：

（一）蛋雞於產蛋期間應全程飼養於所標示之生產系統內。

（二）蛋雞場、生產模式、防疫、飼料、治療及其他雞蛋生產相關事項，均應符合相關法規。

（三）雞舍應有防曬、遮風、避雨、通風良好、保持乾燥及防止野獸侵害之功能。

（四）雞舍與相關設施之設計應避免雞隻受傷。

（五）使用墊料之材質必須維持清潔與乾燥。

（六）所有雞隻應可自由獲得充足飲水與飼料。

（七）飼養環境應儘可能減低雞隻啄羽、相殘及其他不正常行為。

（八）雞場應有飼養管理狀況及追溯之紀錄，以證明雞蛋來源雞場符合所標示之生產系統。

（九）逾齡寡產母雞不得誘發或強迫換羽，淘汰後不得進入未符合本指南定義之生產系統雞場續行飼養。

（十）雞場應設有隔離受傷、重病雞隻之空間及設施，並提供適當之照護。

其中豐富化籠飼雞蛋友善生產系統設施，其籠內每隻雞活動面積應達750 cm^2以上，單一籠之總面積應達2000 cm^2以上，且籠內應置巢箱、提供磨爪及可誘發雞隻扒地覓食自然行為之設施；平飼雞蛋友善生產系統設施，雞舍內每隻雞可用面積（不含巢箱面積）至少應達1000 cm^2以上，並設置巢箱及棲架，每7隻母雞應提供一個以上之巢箱，或每120隻母雞應有1 m^2以上之巢箱面積；放牧雞蛋友善生產系統設施，雞舍室內及戶外提供雞隻地面自由活動，並提供適當之棲息設施，雞舍內每隻可用面積（不含巢箱面積）至少應達1000 cm^2以上，巢箱數量及面積如平飼雞蛋友善生產系統之規範。

國內不同飼養模式之環境衛生與其蛋品質調查

本所檢測國內之平飼、豐富籠及放牧等飼養模式之羅曼（Lohmam）褐色蛋雞場的雞舍落菌、飲水設備、飲用水、所產雞蛋表面等微生物及雞蛋品質，並與傳統籠飼者（亦為羅曼褐色蛋雞場）比較，調查不同飼養模式與鮮蛋品質之完整田間案例資料，以做為改善飼養模式效能及輔導產業轉型之基礎資料與參考。

在已完成傳統籠飼2場、平飼3場、放牧2場及豐富籠1場等牧場調查及微生物與蛋品質測定結果顯示，傳統籠飼場及密閉平飼場之落菌數高於開放平飼及放牧場，此可能因調查之傳統籠飼場老舊及密閉飼養環境通風性較差所致，此亦反映於飼料槽及飲水器上檢出較高的總生菌數；而放牧飼養場之飲水器的總生菌數則是所有調查牧場中最低，可能因其空間較大，飲水器距飼料槽及巢箱較遠，減低受雞活動而造成汙染程度。各受檢牧場之飼料槽、飲水器均有大腸桿菌及沙門氏菌檢出，且以飼料槽菌數高於飲水器。

在雞舍飲用水微生物的測定上，受檢各牧場之飲用水總生菌數、大腸桿菌及沙門氏菌均高於水源水，此表示水源水輸送至雞舍使用，受管路設備或雞舍內飼料、糞便及粉塵汙染而使菌數增加，而以採用乳頭式飲水設備之牧場（平飼D場、放牧F場）的飲用水總生菌數最低，可能因乳頭式飲水使飲用水受汙染的情形減少所致。再者，同一飼養場收集至暫存室的集蛋與產蛋於巢箱的巢蛋之蛋表面總生菌數無顯著差異，表示鮮蛋表面菌數自於巢箱產蛋時既已形成，而其後變化不大。

不同飼養模式所生產之雞蛋品質測定上，值得注意的是於30℃、20日的貯藏期間，友善飼養模式（平飼、放牧及豐富欄）所產鮮蛋較傳統籠飼者有較佳的霍式單位（Haugh unit）表現，顯示其在高溫環境有較優的耐貯藏能力。

結語

由於牧場之雞舍設備、環境清潔、飼養密度、飼養管理及水源管理等的不同，使本調查之蛋雞飼養場環境、設備及飲用水等微生物的檢測結果仍存在較大的差異性，而雞舍之各部微生物數值變化顯示其雞舍衛生品質狀況，進而影響雞隻健康及其所產雞蛋品質，應值得警惕。然而目前有關國內產蛋雞場衛生品質資料闕如，調查工作仍處於起步階段，其需更多蛋雞場調查資料，以能更準確分析地區、季節、設備、飼養模式等的差異性原因，提供改善的解決方案，增進蛋品生產之質與量的提升。

參考文獻

行政院農業委員會。2015。訂定「雞蛋友善生產系統定義及指南」（農牧字第1040043539A號）。行政院公報第022卷第001期。

行政院農業委員會。2022。修正「雞蛋友善生產系統定義及指南」（農牧字第1110042321號）。行政院公報第028卷第094期。

陳怡兆。2021。不同飼養模式生產之雞蛋品質比較。行政院農委會畜產試驗所110年度試驗研究報告（計畫編號：110農科-1.7.1-畜-L1（2））。

農業部。2022。111年農業統計年報。https://agrstat.moa.gov.tw/sdweb/public/book/Book.aspx

Katia, M. L. 2022. EU Farm to Fork Strategy: How far does it go for animal welfare? https://www.foodnavigator.com/Article/2022/03/23/eu-farm-to-fork-strategy-how-far-does-it-go-

表 1 雞舍環境及設備微生物測定

牧場	雞舍落菌數 (1) log cfu			飼料槽 (2) log cfu			飲水器 (2) log cfu		
	前段	中段	後段	TPC (3)	EC (3)	Sal (3)	TPC	EC	Sal
籠飼 A 場	2.57	2.67	2.59	10.13	3.35	3.31	10.1	2.36	1.93
籠飼 B 場	2.68	2.75	2.71	9.86	4.62	4.59	9.56	2.78	2.91
平飼 C 場	2.43	2.51	2.45	8.26	3.34	2.85	7.49	3.03	3.54
平飼 D 場	2.65	2.71	2.67	8.74	4.67	4.62	6.05	3.86	3.78
平飼 E 場	2.51	2.62	2.53	8.45	4.60	2.85	5.91	3.08	2.94
放牧 F 場	2.42	2.40	2.43	8.92	4.26	2.96	5.06	2.99	2.99
放牧 G 場	2.49	2.56	2.55	8.87	3.75	3.91	5.21	3.66	3.73
豐富籠H場	2.51	2.57	2.54	6.82	3.49	2.97	5.43	3.19	3.27

(1) 檢測雞舍 15 分鐘之落菌數（cfu/15 mins）。

(2) 以含無菌水之溼狀滅菌紗布（5×5 cm^2；25 cm^2）逢機測定飼料槽及飲水器表面微生物菌數（cfu/25 cm^2）。

(3) TPC （total plate count）：總生菌數；EC （*E. coli*）：大腸桿菌；Sal （*Salmonella* app）：沙門氏菌。

表 2 雞舍飲用水微生物測定

牧　場	總生菌數（TPC）		大腸桿菌（EC）		沙門氏菌（Sal）	
	log cfu/mL					
	水源水	飲用水	水源水	飲用水	水源水	飲用水
籠飼 A 場	4.32	6.01	1.6	2.72	2.14	2.79
籠飼 B 場	5.14	6.54	1.89	2.73	2.35	3.34
平飼 C 場	6.05	8.82	2.49	3.20	2.54	3.74
平飼 D 場	1.85	2.55	未檢出	2.08	未檢出	2.36
平飼 E 場	2.91	3.72	未檢出	2.2	1.79	1.85
放牧 F 場	2.19	2.46	未檢出	1.08	未檢出	1.20
放牧 G 場	2.62	4.71	0.48	2.51	1.43	2.96
豐富籠 H 場	2.72	3.54	0.70	1.08	5.70	7.85

表 3 雞蛋於 30℃貯藏期間之霍氏單位（Haugh unit）測定

貯藏天數 牧　場	0	5	10	15	20
	Haugh unit				
籠飼 A 場	90.7	55.3	51.6	49.3	45.1
籠飼 B 場	78.4	53.6	47.7	43.8	42.8
平飼 C 場	88.5	60.5	54.1	51.4	49.2
平飼 D 場	83.4	57.1	53.4	52.2	52.5
平飼 E 場	90.9	60.9	53.2	55.8	51.1
放牧 F 場	89.3	60.8	55.6	52.4	51.4
放牧 G 場	87.5	62.4	55.7	55.7	52.1
豐富籠 H 場	94.4	79.4	69.9	60.1	58.2

肉牛大理石花紋的主要調控因素

◎南區分所／林郁芳

前言

肌內脂肪（intramuscular fat,IMF）是位於同一切面中不同骨骼肌纖維之間的可見脂肪量。而此切面呈現白色斑紋的視覺效果被稱為大理石花紋，通常以超聲波成像或訓練有素的評估人員在骨骼肌界面上進行目視評估。此現象主要來自牛IMF細胞的增生及其因脂肪積累而肥大。骨骼肌組織（腰最長肌、股二頭肌、岡上肌和半腱肌）中的IMF含量及分佈與牛肉的官能品評（包括多汁性、顏色、嫩度和味道）呈正相關，因此許多研究以提高反芻動物的大理石花紋為目標。在日本、澳大利亞和韓國等市場，大理石紋評分（marbling score,MS）被認為是牛肉品質等級劃分的關鍵標準之一。因此，了解影響其生成和沉積的機制及重要因子有助於提高牛肉品質。本綜述的目的是簡要介紹肉牛脂肪組織的形成和發育，並討論一些重要的營養因素如何影響肉牛大理石花紋（胎兒營養規劃、精料與粗飼料的比例和維生素）。

肉牛脂肪組織的形成

在早期胚胎發育過程中，內皮細胞（endothelial cell）和間質幹細胞（mesenchymal stem cells,MSC）最初都是從中胚層起源的前驅細胞（progenitor cell）分化而來，MSC將進一步分化成纖維細胞（fibroblast）和脂肪細胞（adipocyte）的前驅細胞。可以認為纖維生成和肌內脂肪生成是一個競爭過程，因此減少纖維細胞生成量，將提升牛肉的嫩度和MS。約末在受孕後三個月，內臟、皮下、肌間和肌內脂肪開始先後生成，這個讓人了解不同脂肪組織發育情況的階段又被稱為大理石紋窗口期（marbling window，圖1）。其中肌內脂肪細胞約在受孕後250日 內增生完畢，也就是不再提高細胞數量。因此，針對懷孕母牛進行營養調控是增加胎兒IMF細胞合成的有效途徑。而肥育的作用主要是提高脂肪在肌內脂肪細胞內的沉積。

脂肪組織形成包括兩個獨立的階段：「間質幹細胞形成脂肪前驅細胞」以及「脂肪細胞分化」。過程需要許多調節因子（圖2），其中胞苷-胞苷-腺苷-胸苷增強子結合蛋白α、過氧化物酶體增殖物激活受體γ（peroxisome proliferator-activated receptor γ, PPARγ）和鋅指蛋白是關鍵決定因素。

脂肪沉積及降解

脂肪的沉積以三酸甘油脂為主（triglyceride,TG），其合成原料為脂肪酸（fatty acid ,FA），FA可透過3種轉運蛋白轉運到細胞內：脂肪酸轉位酶、脂肪酸轉運蛋白1 或脂肪酸結合蛋白4。或是在乙醯輔酶A羧化酶等輔酶的作用下於細胞內合成。在脂肪分解過程中，FA需要通過肉鹼棕櫚醯基轉移酶氧化進入粒線體，於此透過β-氧化途徑降解。合成與降解之間平衡的變化會影響IMF的沉積。換句話說，無論是細胞內生成或透過採食增加FA以及脂肪分解的減少都可提高 IMF。此外，FA的種類也與之有不同程度的關聯性，研究顯示較高的IMF含量與飽和脂肪酸和單元不飽和脂肪酸含量成正相

關，此二者主要用以形成TG；而多元不飽和脂肪酸優先用於細胞膜的形成或維持，關聯性較低。

大理石紋胎兒營養規劃

各種研究一致認為胎兒肌內脂肪細胞的數量與胎兒肌肉中的脂肪生成量呈正相關，且懷孕母牛的營養規劃會對仔牛的肌間脂肪含量有長期影響。若在懷胎早期營養不良，則會使仔牛形成較少的肌內脂肪前驅細胞；反之，以高能量飼糧餵飼懷孕母畜可以促進胎兒脂肪組織的發育。然而，一些研究顯示在懷孕晚期至分娩期間提高能量補充（不超過NRC需求的50%）沒有顯著影響，但是分娩後至離乳前則因高營養能促進所有脂肪組織中脂肪細胞的形成和發展提高仔牛的整體脂肪含量。

精料與芻料比例

在反芻動物中，乙酸鹽和葡萄糖是脂肪酸合成的主要前驅物。皮下脂肪細胞更喜歡乙酸鹽作為脂肪生成基質，而肌內脂肪細胞更喜歡葡萄糖。精料在消化道中用於生成醣類和揮發性脂肪酸，這解釋了為何在安格斯肉牛及和牛的營養試驗中發現肥育期有補充精料者比起純草飼更能提高大理石紋，而高精粗比又優於低精粗比。原因可能和精料會影響脂肪生成因子的基因表現有關，研究指出低精粗比飼養的肉牛的脂肪生成因子（C/EBPα、C/EBPβ和PPARγ）的基因表現較低，同時影響皮下和肌肉內脂肪沉積。然而，乙酸鹽是整體脂質合成的主要前驅物，此外，極高精料飼糧會降低瘤胃pH，改變瘤胃的微生物和瘤胃的生物氫化途徑，從而增加反式10-類12-共軛亞油酸（10,12 CLA）的合成，而非類9-類11-共軛亞油酸。前者會抑制與脂肪合成相關的基因表現，同時促進與脂肪氧化有關的基因的表現，例如CPT1。因此肥育期使用純精料餵飼效果反而不會比有搭配芻料者好。

維生素

1. 維生素A： 維生素A對於胚胎階段的脂肪細胞發育及分化至關重要，主要參與間質幹細胞分化成脂肪前驅細胞的過程。有趣的是，在純安格斯肉牛及和牛的研究中顯示，肥育階段維生素A會在不影響皮下脂肪累積的情況下限制肌內脂肪的累積，進而影響肉的大理石紋。因此有些提高大理石紋評分的策略是在肥育期的特定階段限制維生素A的給予，例如和牛的限制期建議在13至19個月齡。
2. 維生素C： 因為牛在肝臟中合成維生素C，早期不會在飼料中特別補充。然而，研究顯示維生素C在膠原蛋白合成、氧化還原反應和不育治療中起著重要作用，並且促進脂肪前驅細胞（preadipocyte）細胞分化促進脂肪生成。因此，近年開始有研究嘗試於飼料中進行添加，由於其常見形式在瘤胃中很容易被降解，應以過瘤胃的方式添加。近年來有人以提升肉質為目標進行添加維生素C的營養試驗，目前在安格斯雜交牛及和牛之MS均有產生顯著差異之研究報告。

結語

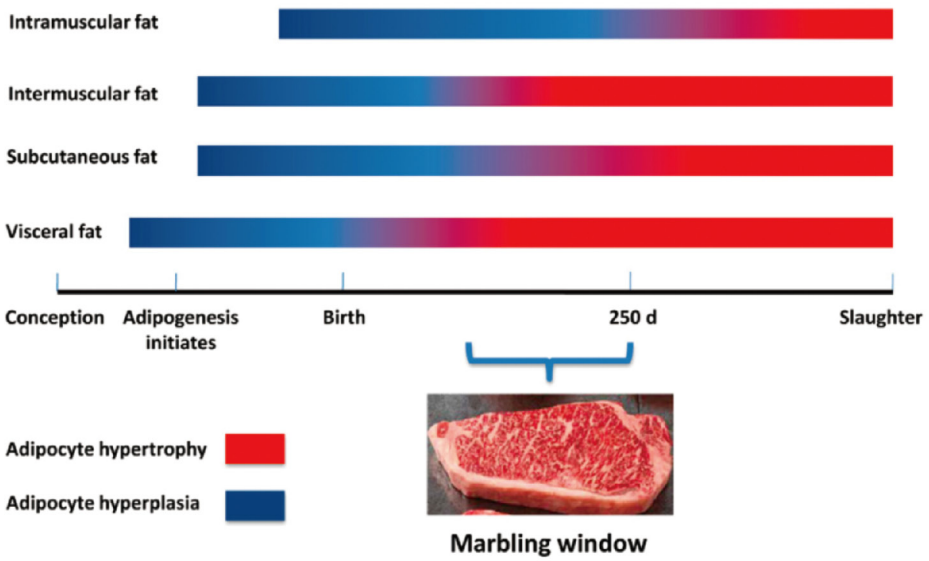
考量肌內脂肪的發育及其累積機制，提高MS的策略包含可於懷孕前期及分娩後至離乳前著重補充營養；而在肥育階段可在不引起瘤胃過酸的情況下提高精料及維生素C之供應量，並限制維生素A補充量。

參考文獻

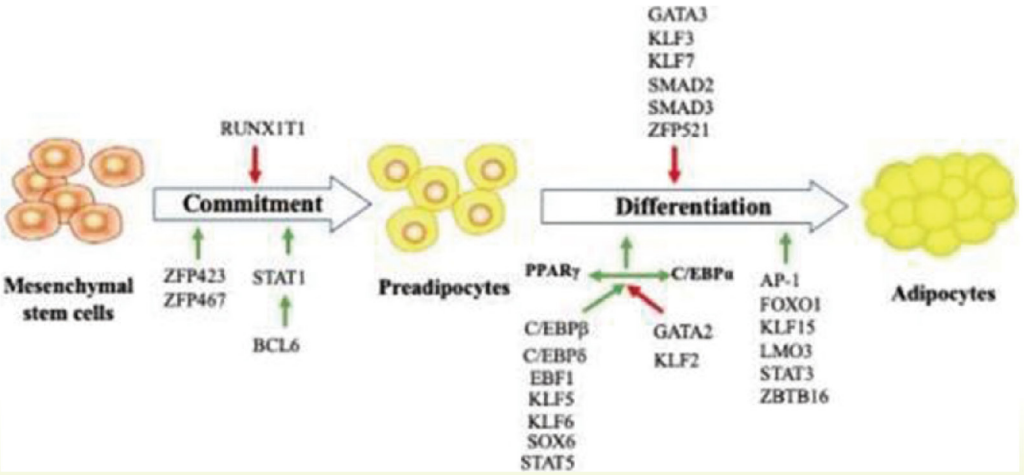
Du, M., Huang, Y., Das,A. K., Yang, Q., Duarte, M.S., Dodson, M.V., Zhu and M.-J. 2013. Meat Science and Muscle Biology Symposium: manipulating mesenchymal progenitor cell differentiation to optimize performance and carcass value of beef cattle. J.Anim.Sci. 91:

1419－1427. Nguyen, D. V., Oanh, C. N. and Aduli E.O. M. 2021. Main regulatory factors of marbling level in beef cattle. Vet. Anim. Sci.14:100219.

Urrutia, O., J. A. Mendizabal, L. Alfonso, B. Soret, K. Insausti, and A. Arana. 2020. Adipose Tissue Modification through Feeding Strategies and Their Implication on Adipogenesis and Adipose Tissue Metabolism in Ruminants. Int. J. Mol. Sci. 21:3183.



▲圖1. 不同脂肪庫脂肪細胞生成之時間表--“大理石紋窗口期”（*Du et al.*, 2013）.



▲圖2. 間質幹細胞分化為脂肪細胞的轉變過程及相關之轉錄基因（*Urrutia et al.*, 2020）

▲臺法動物生殖科技交流：「提高動物生育能力的新興策略」研討會

▲畜試所與嘉義大學已簽訂合作備忘錄

▲農民學院-豬隻飼養理進階選修班

畜產專訊展售處

- 國家書店松江門市
- 五南文化廣場台中總店
- 國家網路書店（http://www.govbooks.com.tw）

ISSN 1021-3082
9771021308000
每本定價20元